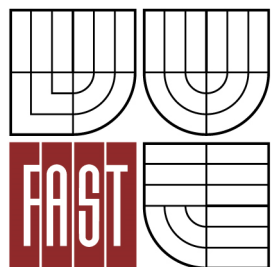




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

VLIV USPOŘÁDÁNÍ KRAJINY NA EROZNÍ A ODTOKOVÉ POMĚRY POVODÍ

INFLUENCE OF THE LANDSCAPE MANAGEMENT ON EROSION AND RUNOFF CONDITIONS
OF THE CATCHMENT

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

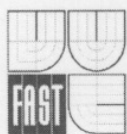
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. DANIEL HÁJEK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. MIROSLAV DUMBROVSKÝ, CSc.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Daniel Hájek

Název Vliv uspořádání krajiny na erozní a odtokové poměry povodí

Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

Datum zadání diplomové práce 5. 11. 2015

Datum odevzdání diplomové práce 15. 1. 2016

V Brně dne 5. 11. 2015

.....
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu



.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Holý M, a kol - Eroze a životní prostředí, ČVUT Praha 1998
2. Janeček M, a kol. : Ochrana zemědělské půdy před erozí, metodika ČZU Praha, 2012
3. Dumbrovský M , - Mezera J, Střítecký L.: Metodický návod pro projektování pozemkových úprav, metodika ČMKPU 2005
4. Hrádek F, - Implementace hydrologického modelu DeSQ, VUMOP Praha 1997

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

S využitím DMT a příslušných vrstev GIS podkladů v daném povodí proveďte vyhodnocení vlivu uspořádání krajiny na erozní a odtokové poměry. Analýzy erozních a odtokových poměrů zpracujte pro stávající stav povodí, pro různé varianty navržených opatření a pro různé stavy druhu pozemků v povodí. Na základě provedených výpočtů a analýz v daném povodí proveďte vyhodnocení jednotlivých modelových variant.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Cílem studie je za pomoci digitálního modelu terénu a příslušných vrstev GIS podkladů provést vyhodnocení vlivu uspořádání krajiny na erozní a odtokové poměry daného území. Analýzy erozních a odtokových poměrů byly zpracovány pro stávající stav a pro různé obměny druhu pozemků a navržených opatření v povodí. Na základě provedených výpočtů a analýz bylo provedeno vyhodnocení jednotlivých modelových variant.

Klíčová slova

ArcGIS, DesQ – MaxQ, digitální model terénu, eroze, erozní smyv, kritický bod, protierozní opatření, USLE, Velké Hostěrádky

Abstract

Aim of this study is to evaluate the effects of landscape structure on soil erosion and runoff conditions of given area with help of digital elevation model and relevant GIS data. Analyses of soil erosion by water and runoff were processed for current conditions and several other variations. Based on this analyses and results was performed an evaluation of all model variations.

Keywords

ArcGIS, DesQ – MaxQ, digital elevation model, soil erosion, soil loss, critical point, erosion control, USLE, Velké Hostěrádky

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Daniel Hájek *Vliv uspořádání krajiny na erozní a odtokové poměry povodí*. Brno, 2016. 110 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15.1.2016

.....
podpis autora
Bc. Daniel Hájek

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15.1.2016

.....
podpis autora
Bc. Daniel Hájek

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Miroslavu Dumbrovskému, CSc. za odborné vedení a cenné rady, jež významně přispěly ke zpracování této diplomové práce.

Obsah

1. Úvod	11
1.1. Eroze	13
1.2. Pozemkové úpravy a protierozní ochrana krajiny	15
1.3. Povrchový odtok	17
1.4. Kritický bod	18
1.5. LPIS	18
1.6. BPEJ	19
2. Popis zájmového území	20
2.1. Klimatické poměry	22
2.2. Hydrologické poměry	26
2.3. Pedologické poměry	28
	32
2.4. Hydropedologické poměry	33
2.5. Geomorfologické poměry	35
2.6. Geologické poměry	35
2.7. Vývoj land-use (využití krajiny)	37
3. Popis použitých metod	41
3.1. Systémy GIS	41
3.2. ArcGIS	41
3.3. Universální rovnice ztráty půdy (USLE)	42
3.6.1. Přípustná ztráta půdy vodní erozí	43
3.6.2. Faktor erozní účinnosti deště R	44
3.6.3. Faktor erodovatelnosti půdy K	45
3.6.4. Faktory délky a sklonu svahu - LS	46
3.6.5. Faktor ochranného vlivu vegetace C	46
3.6.6. Faktor účinnosti protierozních opatření P	47
3.4. Postup při výpočtu stanovení průměrného ročního erozního smyvu vodní erozí v k.ú. Velké Hostěradky	48
3.5. DesQ - MaxQ	52
3.5.1. Metoda čísel odtokových křivek CN	56
3.6. Popis jednotlivých variant řešení	58
3.6.1. Varianta 1 – Stávající stav (SS)	58
3.6.2. Varianta 2 – Agrotechnická opatření 1 (AGT1)	60
3.6.3. Varianta 3 – Agrotechnická opatření 2 (AGT2)	60
3.6.4. Varianta 4 – Trvalé zatravnění (TTP)	61

3.6.5.	Varianta 5 – Opatření programu AdaptaN (AdaptaN)	61
3.6.6.	Varianta 6 – Územní systém ekologické stability (ÚSES).....	64
4.	Výsledky	66
4.1.	Analýza průměrného ročního erozního smyvu v katastrálním území Velké Hostěrádky.....	66
4.2.	Analýza srážkoodtokových procesů a erozních charakteristik povodí vybraných kritických bodů	81
5.	Diskuze	99
6.	Závěr	100
	Seznam použité literatury	101
	Seznam tabulek	105
	Seznam grafů	106
	Seznam obrázků	107
	Seznam použitých zkratk	109

1. Úvod

Problematika péče o krajinu se v současné době dostává do všeobecného povědomí.

Zvýšený výskyt extrémních jevů (povodně, sucha) i v našich podmínkách rozjízďejí kolotoč diskuzí o významu krajiny a její správné interakce s člověkem.

Pokud bychom hovořili o významu krajiny, dalo by se zjednodušeně mluvit o závislosti člověka na jeho životním prostředí. Bez krajiny a jejich stabilních složek, by nebyl člověk schopen v žádném případě existovat. Bez krajiny by neměl co jíst a ani kde žít, jelikož horniny mu dávají přístřeší (dříve formou jeskyní, dnes formou stavebního materiálu). A je to právě půda, která na tomto světě představuje takový pomyslný základní kámen života. Vždyť kde by člověk pěstoval své rostliny, které potom sní, nebo se z nich těší? Vhodná krajina by mu nedala ani zvířata, která potřebuje ke své přímé obživě nebo mu pomáhají při práci. [1]

Voda v krajině je jedním ze základních činitelů, který je na jedné straně nezbytný pro správné fungování celých ekosystémů, na straně druhé je kvalita vody a dynamika vodního režimu dobrým indikátorem stavu krajiny. Při nesprávném hospodaření v krajině může voda způsobit nevratné změny svou silou, nebo může i docházet k jejímu znečištění či dokonce ztrátě vody jako vodního zdroje. [2]

Právě vzájemná interakce půdy a vody zřetelně ukazuje vhodnost uspořádání krajiny a její správné kulturní využívání. Pokud dochází ke smyvům půdního pokryvu, je jasné, že vhodnost organizace povodí je nutno výrazně zvážit a provést taková opatření, aby v budoucnu již k žádným zbytečným ztrátám půdy nedocházelo. S rozrušováním půdního krytu souvisí i únik obrovského množství uhlíku, který je v ní uložen. Až 75 % veškerého suchozemského uhlíku je uloženo v půdě (zbytek v rostlinách a živočiších), je tedy zřejmé, že půdy hrají velmi významný part v dramatu o udržení vyváženého globálního uhlíkového cyklu. Při správném hospodaření by mohlo dojít ke zpětnému ukládání oxidů uhlíku do půdních útvarů a tím ke snížení jejich obsahu v atmosféře, kde zapříčiňují její oteplování. [3]

Dle nejnovější zprávy IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) může s pravděpodobností 95 % za globální změny klimatu činnost člověka. Spolu

s očekávaným nárůstem teploty dojde k výrazným změnám v hydrologickém cyklu spojeným zejména s táním ledovců, hojnějšímu výskytu povodní i suchých období a extrémních výkyvů teplot. To vše najmě kvůli nadměrnému vypouštění skleníkových plynů do atmosféry (především spalováním fosilních paliv) a odlesňováním zemského povrchu. Kdyby za vámi přišel doktor a řekl, že máte na 95 % zhoubnou chorobu, také byste se okamžitě pokusili najít jakoukoli léčbu. Proč bychom neměli udělat to samé, když je v sázce zdraví naší planety Země? [4]

Cílem práce je zjistit vliv uspořádání krajiny na erozní a odtokové poměry v katastrálním území (dále v textu k.ú.) Velké Hostěradky (okr. Břeclav), a to za maximálního využití výpočetní techniky. V šetřené oblasti budou nejprve na základě digitálního modelu terénu v prostředí programu ArcGIS zpracovány základní odtokové charakteristiky (např. sklonitost, směry odtoků, délky odtoků, akumulace odtoků...) a následně dle nejnovějších dat z databáze kultur spočítána teoretická hodnota erozního smyvu při současném uspořádání krajiny za pomoci universální rovnice ztráty půdy – Universal Soil Loss Equation (USLE). Následně bude v daných kritických bodech zpracována analýza srážkoodtokových procesů vybraných drah soustředěného povrchového odtoku hydrologickým modelem DesQ. Kromě stávajícího stavu povodí budou erozní a odtokové poměry stanoveny i pro několik návrhových variant a ty budou následně analyzovány a vzájemně mezi sebou detailněji porovnány a vyhodnoceny.

1.1. Eroze

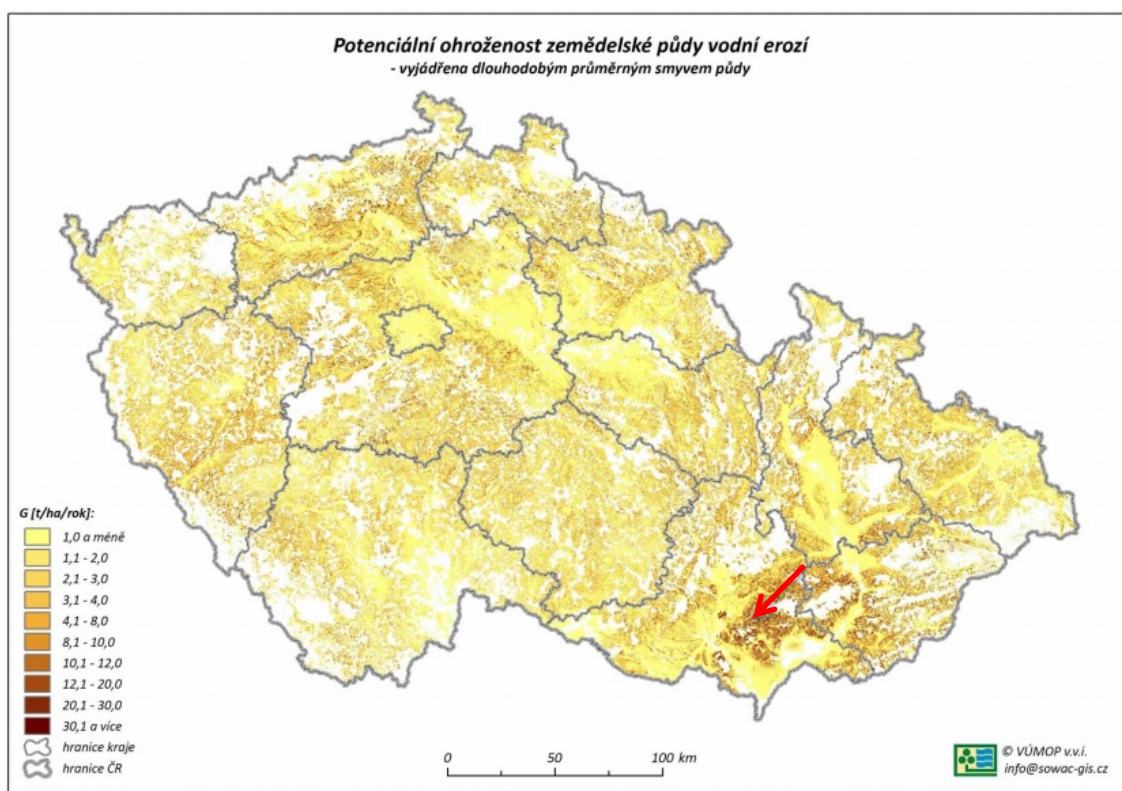
Eroze neboli zvětrávání je přirozeným procesem mechanického rozrušování zemského povrchu čistě přírodními živly, kterým ale dnes stále častěji svou činností dopomáhá i člověk. Jak bylo diskutováno již výše v úvodu, eroze je dnes palčivým problémem na celé planetě Zemi a v souvislosti s událostmi globálních změn klimatu se stále častěji dostává do popředí zájmu nejen vědců, ale i laické veřejnosti. Žádná hornina není dost pevná, aby odolala neustálému působení erozních sil. Jde o proces rozrušení a přesunu hornin či zemin nejčastěji následkem působení vody, větru a ledu. Když se voda a vítr zpomalí, či sníh a led roztaje, dochází k usazování transportovaných částic na nových místech, kde mohou vytvářet nové úrodné oblasti, nebo naopak působit problémy, jak je uvedeno níže v textu.

Vodní eroze je hlavním působitelem erozní činnosti. Déšť rozrušuje a splachuje horninové fragmenty, tekoucí voda vymývá břehy i koryta svých koryt a stále zvětšuje svá údolí. Taktéž tvaruje mořská pobřeží, jak se vlny neustále rozbíjí o břehy. [5]

Eroze je přírodní proces, je ho ale možno urychlit antropologickou činností. Tzv. zrychlená eroze zemědělských půd vážně ohrožuje produkční a mimoprodukční funkce půd a vyvolává mnohamilionové škody v intravilánech měst a obcí. Ty jsou způsobované povrchovým odtokem a smyvem půdy zejména ze zemědělských pozemků (pozn. pokud hovoříme o vodní erozi). Na území naší republiky je cca 50 % orné půdy ohroženo vodní erozí a téměř 10 % větrnou. [6]

Problém erozního smyvu je bohužel vícečetný. Jednak dochází k přímé ztrátě využitelné kvalitní zeminy splavované s povrchu (tzv. on site škody). Se ztrátou ornice přichází zemědělská půda o svou nejúrodnější část, zcela klíčovou vzhledem k produktivitě. Vedle zhoršení fyzikálně-chemických vlastností se při snižování půdního profilu zvyšuje šterkovitost. Dochází k výraznému vymývání humusu a nutrientů a navíc vedle samotného poškozování plodin znesnadňuje pohyb zemědělské techniky. Takto splavená zemina se navíc dále usazuje ve vodních tocích a nádržích, kde způsobuje další velké škody (tzv. off site). Splachy vedle přímých problémů se snižováním kapacit a průtočnosti vodních elementů přináší velké množství živin, které v našich podmínkách působí na některých vodních dílech eutrofizaci, jejíž odstranění je velice nákladné. Zakalení povrchových vod zase snižuje kvalitu životního prostředí vodních organismů. Posledním klíčovým problémem je možný únik v půdě vázaného uhlíku. [6]

Jedná se vlastně o obrovský ekologický, ale zároveň i ekonomický problém. Společně s nenahraditelnou součástí přírody přichází vlastníci půdy o obrovské množství finančních prostředků. Naopak transportovaná půda je často natolik znehodnocena, že musí být po případném odtěžení (týká se např. vodních děl) skládkována. To znovu zvyšuje náklady spojené s její ztrátou. Dle nejhorších scénářů může eroze v ČR ročně znehodnotit až 21 miliónů tun půdy, což se dá ocenit na 4,3 miliardy korun. [7] Evropská agentura pro životní prostředí (EEA) odhaduje, že vodní erozí je vystaveno 115 miliónů hektarů půdy a že 42 milionů hektarů půdy podléhá erozi vetrem. Dostupné údaje ze 13 členských států EU kalkulují roční škody způsobené erozí na 700 miliónů až 14 miliard euro ročně. [8]



Obr. 1 Mapa potenciální ohroženosti zemědělského půdního fondu v ČR. Místo k.ú. Velké Hostěrádky označeno červenou šipkou [47]

1.2. Pozemkové úpravy a protierozní ochrana krajiny

Pokud budeme chtít i nadále účelně a hospodárně využívat přírodních zdrojů, jako jsou voda a půda, je naprosto nezbytné se pokusit je chránit. Pro zajištění ochrany krajiny byly postupem času vyvinuty systémy protipovodňové (PPO – protipovodňová opatření) a protierozní ochrany (PEO – protierozní opatření). Ty jsou dnes téměř výlučně prosazovány v rámci komplexních pozemkových úprav (KPÚ), z důvodu snadnějšího získání finančních prostředků na jejich realizaci.

Účel pozemkových úprav je definován v § 2 zákona č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů. Zde je napsáno, že pozemkovými úpravami se ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech původní pozemky zanikají a zároveň se vytvářejí pozemky nové, k nimž se uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena v rozsahu rozhodnutí podle § 11 odst. 8. Současně se jimi zajišťují podmínky pro zlepšení kvality života ve venkovských oblastech včetně napomáhání diverzifikace hospodářské činnosti a zlepšování konkurenceschopnosti zemědělství, zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství zejména v oblasti snižování nepříznivých účinků povodní a řešení odtokových poměrů v krajině a zvýšení ekologické stability krajiny. Výsledky pozemkových úprav slouží pro obnovu katastrálního aparátu a jako neopomenutelný podklad pro územní plánování. [9]

K tomuto účelu se váže řada dalších činností prováděných v průběhu zpracování. Tento účel je podmiňující k určitým rozhodnutím pozemkového úřadu (dále jen PÚ), k argumentaci zpracovatelů při prosazování některých opatření apod. Za důležité považujeme zdůraznit, že pozemkové úpravy jsou prováděny ve veřejném zájmu. Také jsou, až na výjimky, financovány z veřejných zdrojů. Jejich výsledky se příznivě promítají do zlepšení kvality života venkovských regionů, obnovy venkova a zachování udržitelného rozvoje území, restrukturalizace zemědělství apod. Napomáhají realizaci záměrů územního plánování a umožňují využívání finanční podpory z fondů EU. [10]

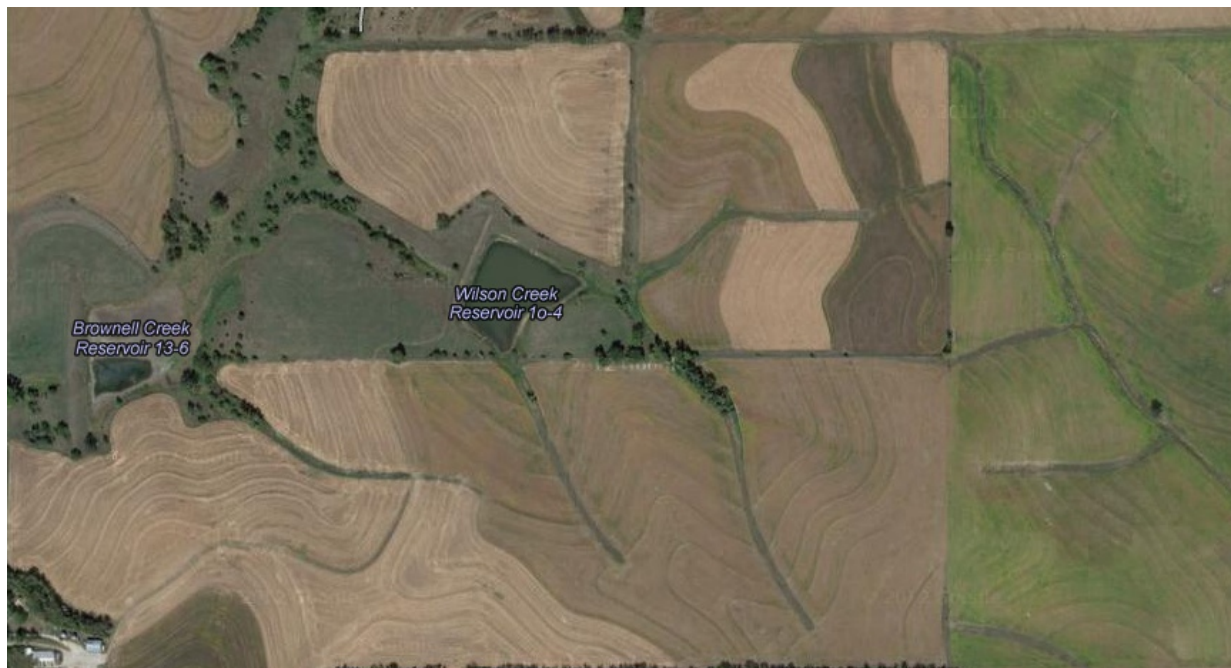
Protierozní opatření pro ochranu zemědělského půdního fondu (ZPF) můžeme dle [10] rozdělit na: a) opatření proti vodní erozi; b) opatření proti větrné erozi; c) další opatření navrhovaná k ochraně ZPF. My se dále budeme zabývat už pouze opatřeními proti vodní erozi, která je v čele zkoumání této diplomové práce.

V mnoha případech jde u opatření proti vodní erozi o komplexní soubor organizačních, agrotechnických a technických prostředků, které se vzájemně vhodně doplňují a respektují současně základní požadavky a možnosti zemědělské výroby. Jejich účelem je chránit zemědělskou půdu na svazích před účinky vodní eroze vhodně zvolenými protierozními opatřeními, o jejichž volbě rozhoduje jejich konkrétní účinnost, požadované snížení dlouhodobé průměrné ztráty půdy, nutná ochrana dalších objektů (intravilánu) a taktéž jejich finanční náročnost. Při návrzích musí být vzaty do úvahy taktéž zájmy vlastníků a uživatelů půdy, jakož i ochrana životního prostředí a krajiny. Přehled opatření jak jej udává ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy je uveden v následující tabulce. [10]

Tab. 1 Přehled protierozních opatření dle ČSN 75 4500 PEO zemědělské půdy.

TYP OPATŘENÍ	DRUH OPATŘENÍ	VLIV NA FAKTOR USLE
Opatření organizační	Protierozní rozmísťování plodin	C
	Pásové střídání plodin	C, P (dodržení náv. parametrů)
	Delimitace kultur	C
	Tvar a velikost pozemků	L
Opatření agrotechnická	Protierozní agrotechnika, tj. zejména zpracování a příprava půdy, setí, hrázkování, důlkování, mulčování, sklizeň a nakládání s posklizňovými zbytky	C, P
Opatření technická	Terénní urovnávky	S
	Terasy	S, L
	Příkopy	L
	Průlehy	L
	Vsakovací pásy	L
	Sedimentační pásy	L
	Zatrávněné údolnice	C (pouze místně)
	Ochranné hrázky	L
	Asanace erozních výmolů a strží	Vyloučí erozi
	Ochranné nádrže	Lokální opatření
	Polní cesty s protierozní funkcí	L

Při návrhu PEO je nutno vždy v rámci podrobného průzkumu posoudit stávající stav území (výpočet míry erozního ohrožení). Vždy je vhodné prokázat účinnost navrhovaných PEO a to zejména porovnáním dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy při výchozím stavu a po provedení opatření. Při návrhu je nutné využívat kvalitních podkladů a postupovat dle příslušných podkladů, směrnic a metodik.



Obr. 2 Ukázka vyspělé protierozní ochrany půdního fondu v americkém státě Nebraska (zdroj: maps.google.com)

1.3. Povrchový odtok

Pokud během procesu padání srážek z atmosféry dojde k vyčerpání retenčních schopností krajiny a zároveň schopnost infiltrace dotčeného povrchu nedosahuje intenzity srážky, dochází k jevu označovanému jako povrchový odtok. Vlivem sklonitosti povrchu dochází k transportu média, nejprve po určitou dobu ve formě odtoku plošného a později, díky vhodné morfologii terénu kdy dochází ke stékání do liniových útvarů, odtoku soustředěného. Na rozdíl od plošného odtoku, který si můžeme zjednodušeně představit jako pohyb tenké vrstvičky vody rozprostřené rovnoměrně v oblasti dotčené atmosférickou srážkou a při jeho výpočtu využít kartézských souřadnic, rovnice kontinuity a rovnice pohybové, pro odtok soustředěný je nutná znalost některých topografických a hydrologických vlastností jednotlivých povodí (charakteristiky povrchu a srážky). [11]

1.4. Kritický bod

Průnik linie dráhy soustředěného povrchového odtoku s intravilánem, případně jakoukoli další infrastrukturou (silnice, železnice...) je nazýván kritickým bodem. Těmto místům je nutno věnovat významnou pozornost, jelikož zde vyvstává zvýšené riziko vniku vody a splavenin do urbanizovaných území, což může následně způsobovat obrovské škody na majetku.

Jednotlivé charakteristiky kritických bodů (KB) jsou pro stanovení erozní zranitelnosti území naprosto klíčové (velikost a sklonitostní poměry sběrné plochy, druhy pozemků a procentuální zastoupení orné půdy), stejně jako základní charakteristiky přímého povrchového odtoku (odtokové křivky CN). Doplnkovým ukazatelem k základním charakteristikám KB a přímého povrchového odtoku je tzv. erozní ohrožení, stanovené na základě celostátně dostupných podkladů ke všem sběrným plochám, které je identifikátorem potenciální nebezpečnosti vztahované k jednotlivým kritickým bodům. Výstupem tohoto můžou být hodnoty průměrného erozního smyvu z přispívající plochy KB [t/ha/rok] získané např. rovnicí dle Wischmeiera – Smitha. Vyšší stupeň erozního ohrožení teoreticky indikuje větší množství erodovaného materiálu vnikajícího do obce a s tím spojené výrazné generování škod. [12]

1.5. LPIS

LPIS (Land Parcel Identification System) je geografický informační systém (GIS), který je tvořen primárně evidencí využití zemědělské půdy. LPIS vznikl na základě zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství na přelomu let 2003 a 2004, tedy jeho česká verze. Celkově jde o databáze využívání zemědělské krajiny v EU. Každé parcele je přiděleno číslo, které koresponduje tabulkově se způsobem využívání krajiny. Hlavním účelem registru půdy je ověřování údajů v žádostech o dotace poskytovaných ve vazbě na zemědělskou půdu a to bez ohledu na to, zda jde o dotace financované ze zdrojů EU nebo o národní dotační programy. [13]

Byl vytvořen v rámci IACS (Integrated Administration and Control System) a adoptován Evropskou unií roku 1992 jako součást CAP (Common Agricultural Policy). Právě na základě tohoto systému se počítala podpora zemědělcům v rámci EU. Takto

popsaných více než 135 miliónů bloků zemědělské půdy v tuto chvíli již není jen základem pro výpočet dotací, ale je v hojné míře využíváno „externími“ uživateli, např. jako vynikající nástroj při ochraně zemědělského půdního fondu. [14]

1.6. BPEJ

Již od 17. století jsou na našem území zaznamenány snahy o evidenci půd a s ní spojených vlastnických vztahů. Nové ohodnocení přišlo v rámci KPP (komplexní průzkum půd) v letech 1961 – 1970 pomocí kopaných sond. V současnosti jsou půdy popisovány pomocí pětímístných kódů BPEJ (Bonitovaná půdně ekologická jednotka), jež jsou průběžně aktualizovány. Cílem bonitace je zhodnocení a hospodářské ocenění všech agronomicky a ekonomicky rozhodujících vlastností zemědělského území nebo pozemků včetně klimatu a reliéfu. Bonitovaná půdně ekologická jednotka je tedy základní mapovací a oceňovací jednotkou bonitační soustavy. [15]

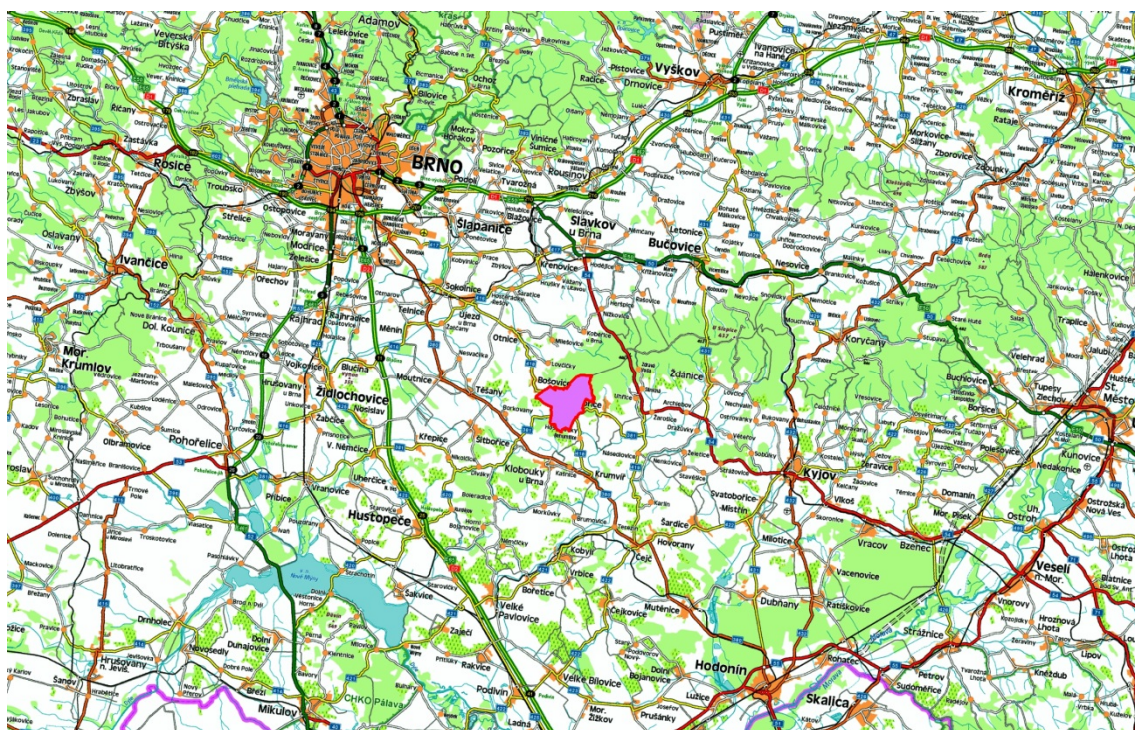
Bonitované půdně ekologické jednotky jsou nedílnou součástí řešení ochrany zemědělského půdního fondu. BPEJ je pětímístný číselný kód a vyjadřuje zařazení jednotlivých půd dle morfofenetických vlastností a jejich umístění v rámci prostoru a klimatu. Každému zemědělskému pozemku je na základě jeho kvalitativních vlastností, které jsou v BPEJ obsaženy, přiřazena základní cena (cca 1 – 20 Kč/m²).

První číslice kódu BPEJ značí příslušnost ke klimatickému regionu (hodnoty 0-9). Klimatické regiony byly vyčleněny na základě podkladů ČHMÚ v Praze. Druhá a třetí číslice (hodnoty 01 – 78) tvoří tzv. hlavní půdní jednotku. Jde o účelové seskupení půdních forem, příbuzných ekologickými vlastnostmi. Ty jsou charakterizovány morfofenetickým půdním typem, subtypem, půdotvorným substrátem, zrnitostí a u některých HPJ výraznou svažitostí, skeletovostí a stupněm hydromorfismu. Čtvrtá číslice představuje kombinaci dvou faktorů, a sice sklonitosti a expozice terénu ke světovým stranám. Poslední místo kódu je kombinací skeletovitosti a hloubky půdy. [16]

Takovéto zařazení ZPF je základní pomůckou při řešení ochrany, uspořádání a zúrodňování půdy. Je také v současnosti základním podkladem pro řešení pozemkových úprav, protože na jeho základě dochází k oceňování jednotlivých pozemků. [17]

2. Popis zájmového území

Zájmovým územím pro zpracování této diplomové práce je katastrální území obce Velké Hostěrádky ležící na území České republiky v okrese Břeclav v Jihomoravském kraji. Území s průměrnou nadmořskou výškou 270 m n. m. (vztaženo k Baltu) má rozlohu 10,57 km². Oblast se nachází v regionu Jižní Morava asi 35 km JV od Brna. Na katastrálním území se rozkládá jedna obec, Velké Hostěrádky, která má v současnosti 450 obyvatel a leží v nadmořské výšce 205 m n. m. V obci, která se připomíná již od roku 1210 v souvislosti se Lvem z Klobouk, je v současné době 200 obytných domů, z toho 160 obydlí trvale a 40 chalupáři. [18]

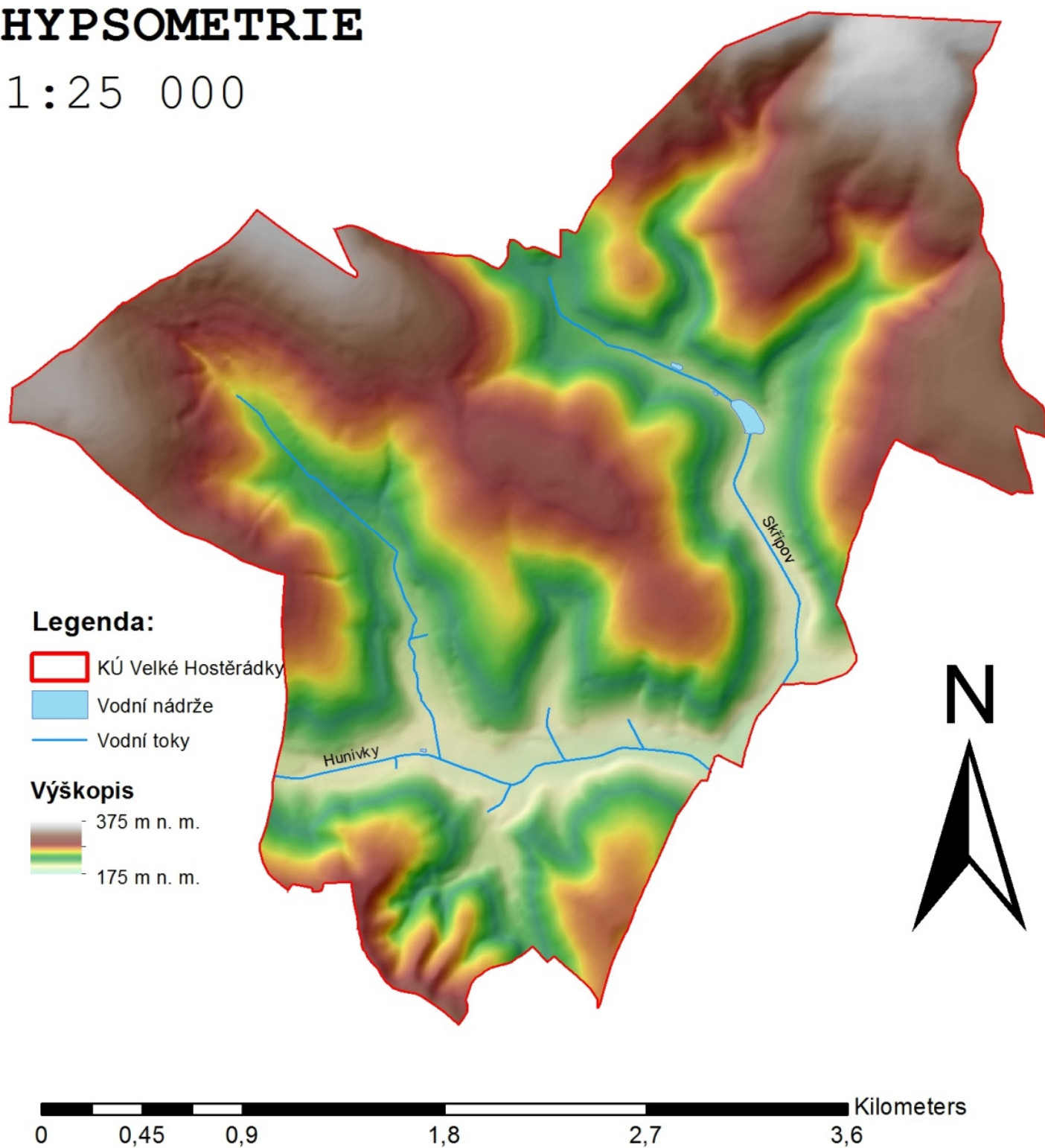


Obr. 3 Zájmové území (vyobrazeno fialově s červeným okrajem) na mapě ČR [46]

Jak je vidět na hypsometrii území (Obr. 2), je velmi kopcovaté s výraznými hřbety a údolími. Hlavní údolí, jímž protéká zdejší nejvýznamnější tok Hunivky, prochází územím západovýchodně a právě do něj se od severu připojují další významná údolí. Prvním údolím vede silnice č. 418 od obce Bošovice. Obytné domy Velkých Hostěrádek se rozkládají na obou stranách právě tohoto údolí. Dalším údolím, které se na hlavní napojuje až za obcí, protéká potůček Skřípov. Ten pramení v rozsáhlém lesním porostu, který zabírá velkou severní část zkoumané lokality a přímo sousedí s Přírodním parkem Ždánický les.

VELKÉ HOSTĚRÁDKY – HYPSONETRIE

1:25 000



Obr. 4 Hypsonetrie katastrálního území Velké Hostěrádky

2.1. Klimatické poměry

Jelikož se šetřené území rozkládá na relativně malé plošné výměře, hovoří globálněji zaměřené klimatické systémy (Köppen-Geiger; Quitt) jednoznačně. Světově nejrozšířenější klasifikace dle Köppena (přepřacovaná Geigerem 1936) mluví o této oblasti jako o podtypu Cfb, tedy o podtypu listnatých lesů mírného pásma. Tento druh podnebí, který je typický pro mírné pásmo severní polokoule, se vyznačuje rovnoměrným rozdělení srážek po celý rok, i když celkově větší úhrn (a zároveň výrazně nárazovější) lze pozorovat ve vegetačním období. Je typické výrazným rozdílem nejvyšších letních a nejnižších zimních teplot, kdy však průměrné teploty nejteplejšího měsíce nepřesáhnou hodnoty 22 °C a nejnižší průměrná teplota nejstudenějšího měsíce v roce zase -3 °C. Písmenko f v názvu klimatického subtypu stanoveného Geigerem určuje parametr množství srážek. Říká, že množství srážek během nejsuššího zimního měsíce je menší než srážkové množství nejvlhčího letního měsíce, to však méně než desetkrát a zároveň úhrn srážek v nejsušším letním měsíci je nejvíce třikrát takový jako úhrn srážek v nejvlhčím měsíci zimy. [19]

Tohoto rozdělení je výhodné využít spíše pro globálnější měřítka. Výrazně vyšší rozlišovací schopnost má pro naše účely členění na klimatické regiony dle RNDR. Quitta. Provedl rozčlenění bývalé ČSSR již v roce 1971, a sice do tří základních klimatických oblastí – teplé, mírně teplé a chladné. Řešené území se rozkládá přímo na pomezí oblastí T2 a T4.

Tyto regiony se vyznačují celoročně vysokými průměrnými teplotami, což indikuje i nadprůměrný počet letních dní. Taktéž lze pozorovat vysoký počet jasných dní, kterých může být v oblasti T4 až k 60 za rok. Příznačný je i sušší charakter počasí, a to jak v zimě, tak ve vegetačním období. S tím souvisí i podprůměrný počet zamračených dní, dní se srážkami 1 mm a více a počet dní se sněhovou pokrývkou, který se v těchto oblastech pohybuje okolo 40-50 ročně. Podrobné charakteristiky těchto dvou klimatických oblastí jsou uvedeny tabelárně na následující straně.

Tab. 2 Charakteristiky klimatických oblastí v k.ú. Velké Hostěrádky dle Quitta [20]

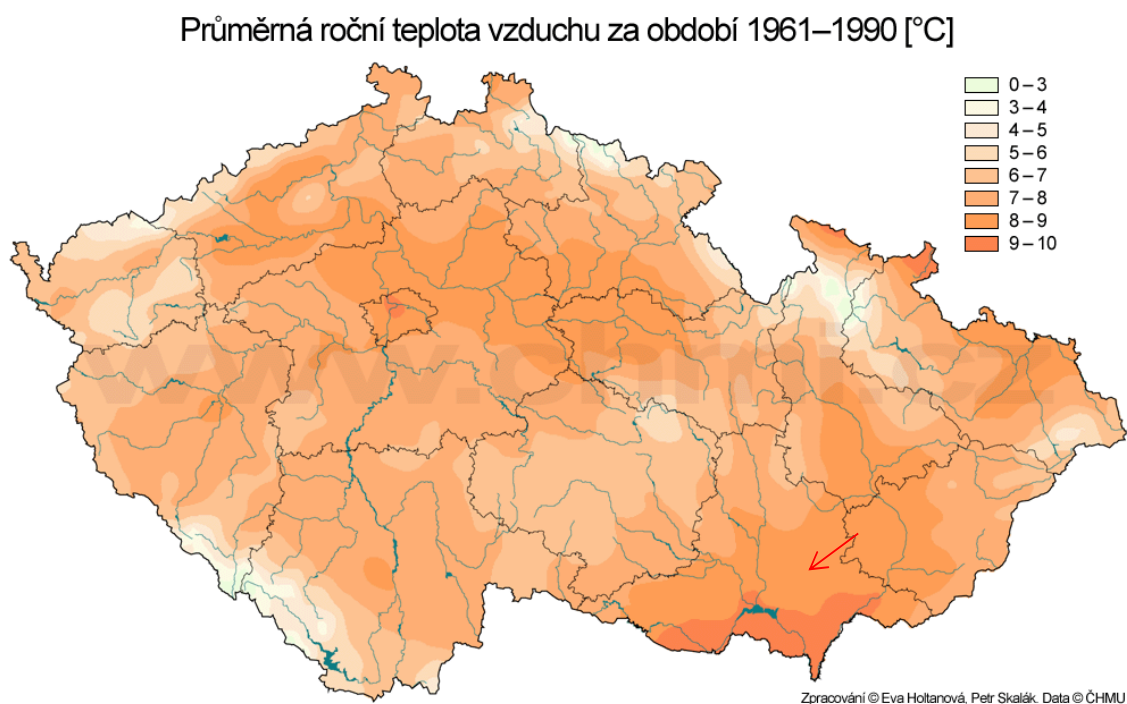
Parametr	Klimatické charakteristiky	
	T 2	T 4
Počet letních dní	50-60	60-70
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	160-170	170-180
Počet dní s mrazem	100-110	100-110
Počet ledových dní	30-40	30-40
Průměrná lednová teplota (°C)	1	1
Průměrná červencová teplota (°C)	18-19	19-20
Průměrná dubnová teplota (°C)	9-10	8-9
Průměrná říjnová teplota (°C)	7-9	9-10
Průměr. počet dní se srážkami 1 mm a více	90-100	80-90
Suma srážek ve vegetačním období (mm)	350-400	300-350
Suma srážek v zimním období (mm)	200-300	200-300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	40-50	40-50
Počet dnů zamračených	120-140	110-120
Počet jasných dní	40-50	50-60

Hodnoty maximálních 1-denních srážkových úhrnů pro nejbližší srážkoměrnou stanici v Kloboukách (sousedící katastrální území) byly převzaty z programu DesQ-MAX Q, jehož demoverze je dostupná zde: <http://www.desq-maxq.cz/details.html>.

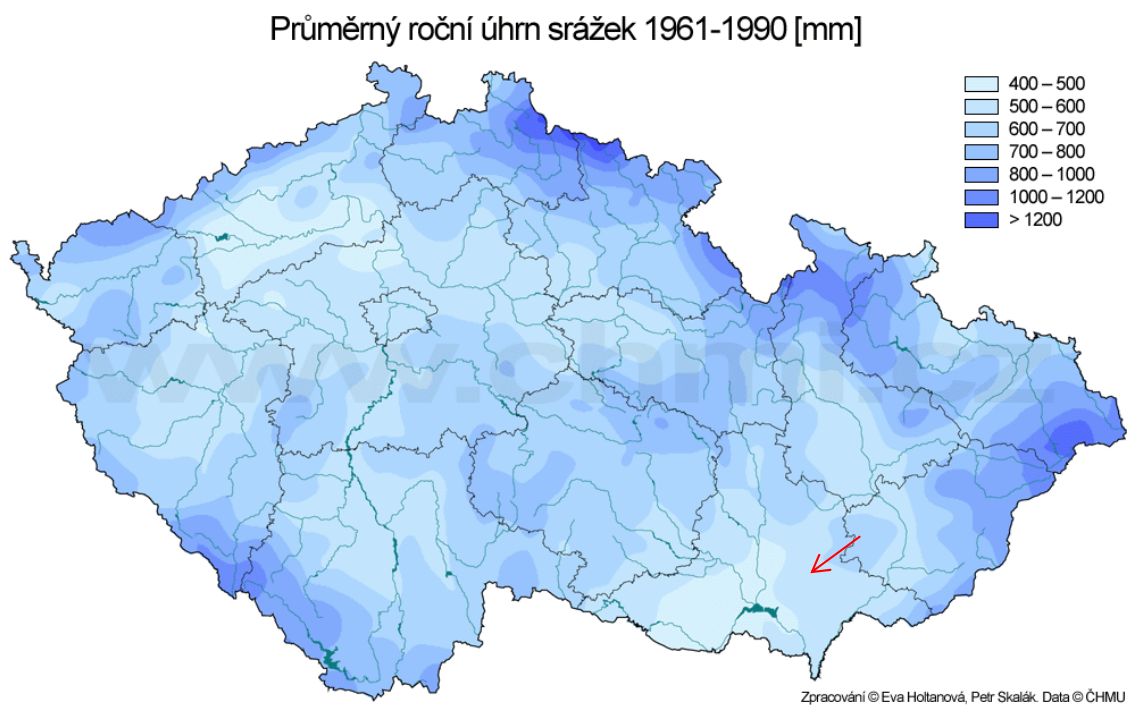
Tab. 3 Hodnoty maximálních 1-denních srážkových úhrnů na nejbližší srážkoměrné stanici

Stanice	Doba opakování [roky]				
	5 let	10 let	20 let	50 let	100 let
Klobouky	47,5	55,1	63,0	72,7	80,3

Na následujících třech obrázcích (obr. 5, obr. 6 a obr. 7) jsou další klimatická data. Mapy průměrných ročních teplot a dlouhodobých srážkových úhrnů zpracovaných ČHMÚ pro normál 1961-1990 ukazují, že námi řešené území náleží k teplému a suchému regionu s průměrnou roční teplotou mezi 8 a 9 °C a průměrným ročním srážkovým úhrnem 500-600 mm. Mapa klimatu z národního geoportálu INSPIRE (obr. 7) zase přisuzuje zkoumanému území příslušnost k teplé klimatické oblasti.



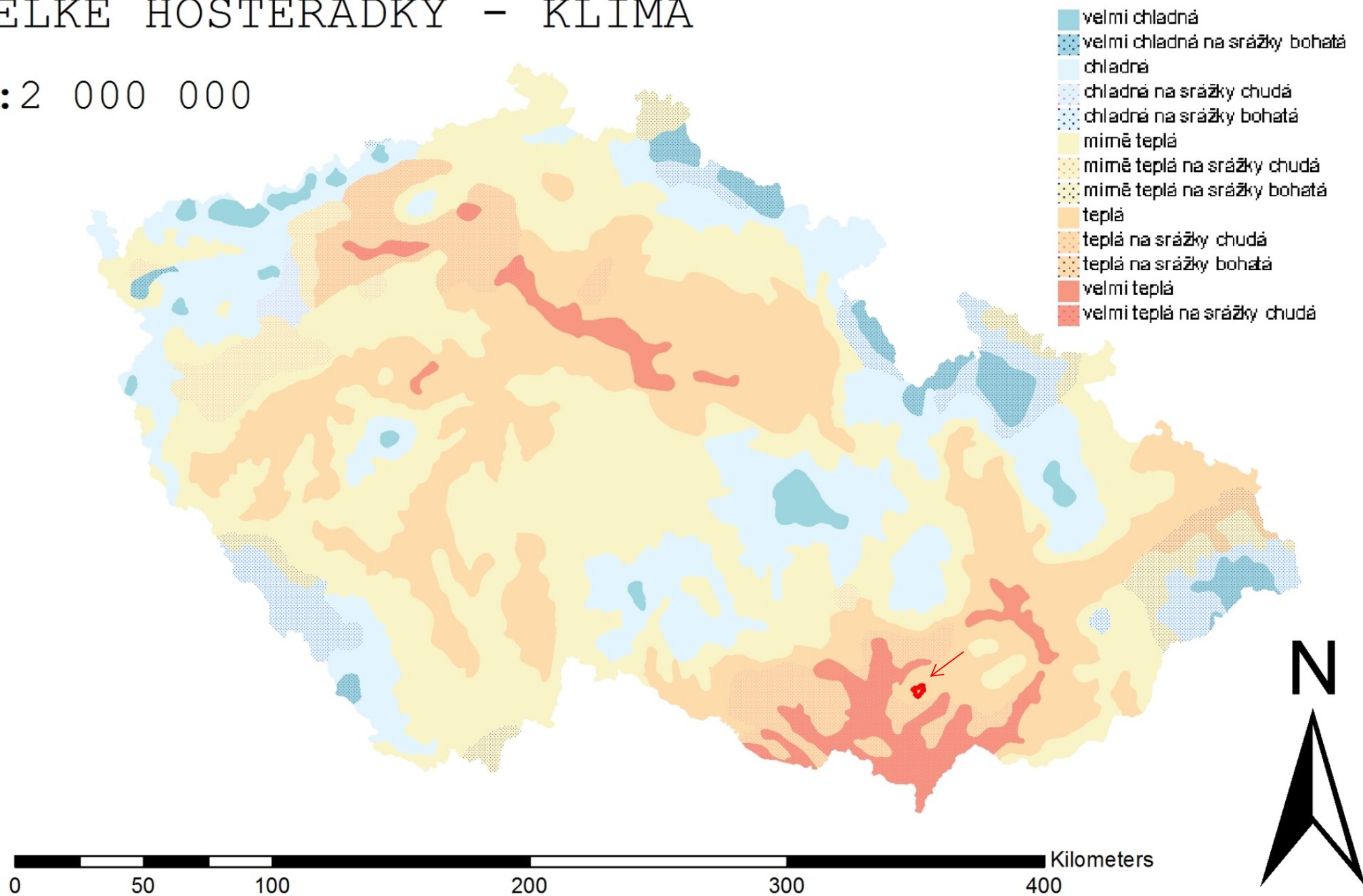
Obr. 5 Mapa průměrných ročních teplot vzduchu za období 1961 – 1990 ve stupních Celsia [21]



Obr. 6 Mapa průměrných ročních srážkových úhrnů za období 1961 – 1990 v mm [21]

VELKÉ HOSTĚŘÁDKY – KLIMA

1:2 000 000



Obr. 7 Mapa ČR, klimatické rozdělení [22]

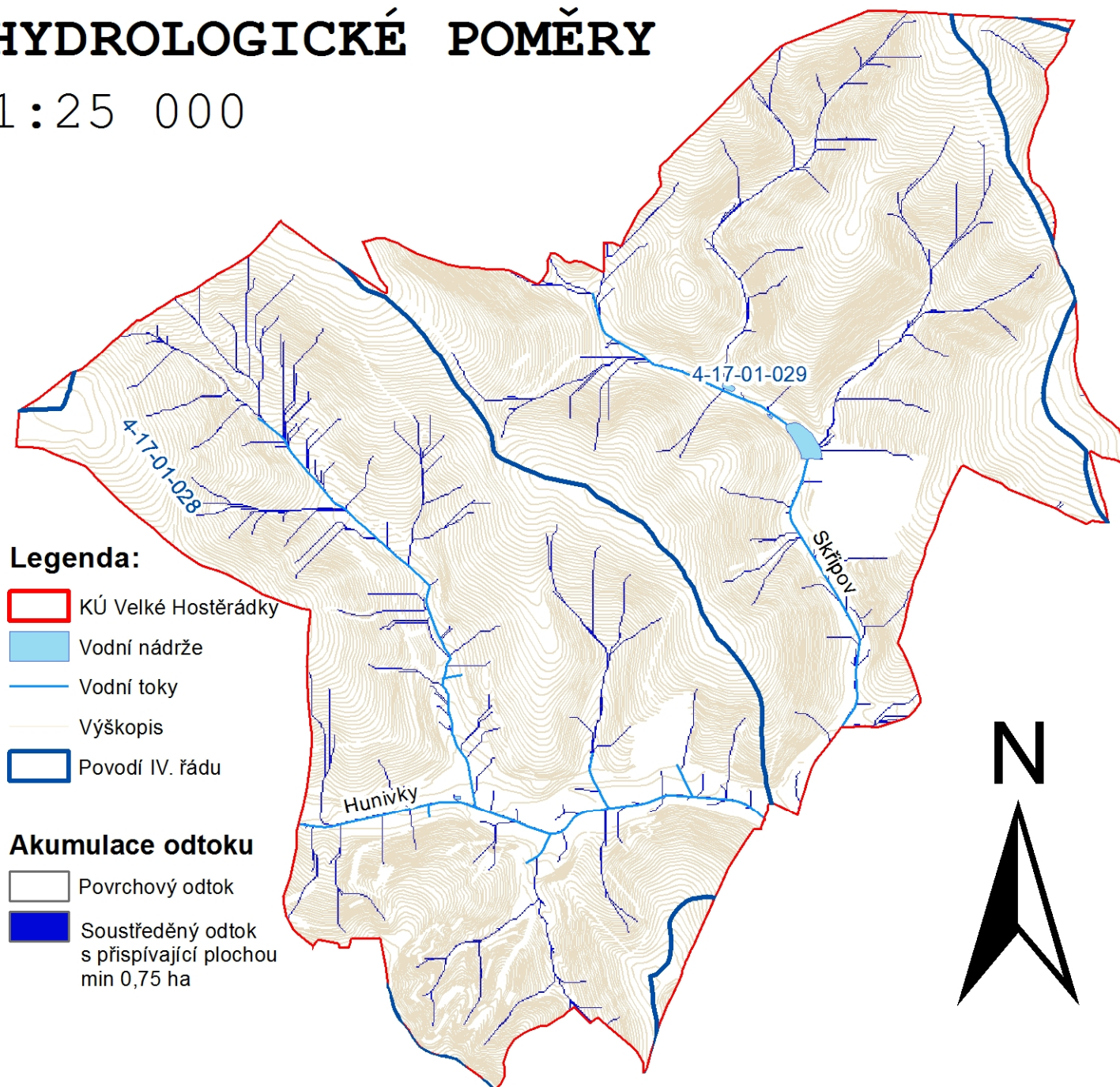
2.2. Hydrologické poměry

Zájmové území leží v hlavním povodí řeky Moravy, v dílčím povodí řeky Dyje. Hydrografická síť je tvořena potoky Hunivky, Skřípov a jedním bezejmenným tokem. Nejvýznamnějším z těchto toků je potok Hunivky, který pramení nedaleko na západ od obce Velké Hostěrádky na poli obecně známém jako „*Pole od Klobouk*“. Dílčí povodí toku s hydrologickým pořadím 4-17-01-028 má plochu 14,24 km², jehož významná část se nachází na námi řešeném katastrálním území. Délka toku v k.ú. Velké Hostěrádky činí asi 2,1 km. Přímou v obci se do Hunivky vlévá z levé strany bezejmenný potůček, který je v databázi HEIS VÚV TGM (Hydroekologický informační systém, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka) zahrnut do již zmíněného povodí Hunivky. Tento vodní tok pramení v lesíku u silnice na Bošovice pod kopcem Novosady (350 m n. m.). Jedná se o méně významný tok s výrazně rozkolísaným rozložením průtoků v průběhu roku, v sušších obdobích vysychající. Posledním výraznějším tokem v měřené oblasti je potok Skřípov s hydrologickým pořadím 4-17-01-029. Než se levostranně vlije v údolí u silnice na Bohumilice do Hunivky (kousek za hranicí k.ú. Velké Hostěrádky), přinese s sebou relativně významný průtok z 8,25 km² velkého povodí. Potůček pramení v rozsáhlém bahnitém prameništi v lese přímo na hranici PP Ždánický les a souhrnná délka toku než vyteče z katastru obce činí asi 2,6 km. Všechny toky v k.ú. Velké Hostěrádky spadají od 1. 7. 2012 pod Pozemkový fond České republiky, když přešly od ZVHS (Zemědělská vodohospodářská správa), která byla k 30. 6. 2012 zrušena.

Obrázek č. 8 podrobněji představuje hydrologické poměry zájmové oblasti. Vyobrazení území zpracované v prostředí komerčního programu ArcGIS v sobě propojuje připojené předpřipravené vrstvy Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD) zpracovaných VÚV TGM jako tematické vodohospodářské nadstavby ZABAGED® (Základní báze geografických dat ČR) a přímo pro potřeby této diplomové práce zpracované vrstvy, zde konkrétně celkovou akumulaci odtoku. Ta tmavě modrou barvou znázorňuje potenciální dráhy soustředěného povrchového odtoku s přispívající plochou větší než 0,75 ha na základě vyhodnoceného digitálního modelu terénu proloženého daty o stálých vodních tocích z databáze DIBAVOD. Obrázek taktéž zobrazuje výškopis a jednotlivá povodí IV. řádu.

VELKÉ HOSTĚRÁDKY – HYDROLOGICKÉ POMĚRY

1:25 000



0 0,45 0,9 1,8 2,7 3,6 Kilometers

Obr. 8 Hydrologické poměry v k.ú. Velké Hostěrádky. Mapa vytvořena v programu ArcGIS za pomoci dat z [48]

2.3. Pedologické poměry

Plocha katastrálního území obce Velké Hostěrádky by se dle klasifikačního systému TKSP (taxonomický klasifikační systém půd ČR – Němeček et al. 2001) dala z pedologického hlediska rozdělit na tři části (jak ukazuje obr. 9). Severní část, která je veskrze pokrytá souvislým lesním porostem listnatého typu, tvoří kambická arenická pararendzina (kódové označení PRkr28) na substrátu typ 28 (svahoviny karbonátových hornin, lehčí). Střední třetina se vyznačuje výskytem pelické hnědozemě (HNp11) na slínech s lehkými překryvy. Jižní sektor je tvořen modální černozemí na spraši (CEm05).

Z hlediska IUSS (Mezinárodní unie věd o půdě) podporované klasifikace půd WRB (World Reference Base for Soil Resources) se jedná o země typu – Arenicalcaric Leptosols, Haptic Luvisols a Calcic Chernozems (bráno od severu). [22]

Pararendzina (PR) je půdou z rozpadů a z bazálních i mělkých hlavních souvrství karbonátosilikátových zpevněných hornin. Postupné vyluhování a eventuálně málo mocná vrstva hlavního souvrství, vytváří předpoklady k přechodu ke kambizemi. Vyskytuje se lokálně v různých klimatických podmínkách, hlavně v oblastech křídových a flyšových zpevněných sedimentů. Kambický subtyp se vyznačuje výskytem hnědého kambického horizontu Bv do 0,3 m od povrchu. Arenický typ ukazuje na zrnistostní složení jemnozemě 1. [23]

Hnědozemě jsou druhou nejčastější půdní kategorií v rámci České republiky. Význačným výskytem se prezentují i v námi zkoumané oblasti. Referenční třídou, do které patří hnědozemě, jsou luvisoly. Luvický diagnostický horizont vzniká zasakováním vody obohacené o organické látky, železo, hliník a jílové minerály do spodní části profilu. Ten je pak nazýván iluviální. Svrchní, ochuzený horizont je eluviem. Obecně se vyskytují v nadmořských výškách pouze do 500 m n. m. Kvalitní složení a výskyt vázaný do plošších oblastí z nich dělá ideální substrát pro pěstování i velmi náročných plodin. Výskyt původního listnatého porostu je velmi vzácný zejména proto, že je většina těchto půd v dnešní době zemědělsky využívána, stejně jako v případě k.ú. Velké Hostěrádky. Pelický subtyp, kterým je hnědozem v tomto případě, se vyznačuje složením z těžších substrátů a v horizontu Bt (iluviální horizont v procesu ilimerizace) zrnitostí 4. [24]

Poslední půdní kategorií vyskytující se na měřeném území jsou černosoly, konkrétně půdní typ černozem v modálním subtypu, který ukazuje vazbu na sprašový substrát a kalcický horizont. Černozemě (CE) jsou hlubokohumózní (0,4 – 0,6 m) půdy s černickým horizontem Ac, vyvinuté z karbonátových sedimentů. Jsou to sorpčně nasycené půdy s obsahem humusu 2,0 – 4,5 % (od nejlehčích přes nejtypičtější středně těžké k těžkým) v horizontu Ac (černický půdní horizont). Vytvořily se v sušších a teplejších oblastech našeho území, v rovinatém a mírně zvlněném terénu v nadmořských výškách do 320 m n.m., v podmínkách ustického vodního režimu (půda suchá po dobu delší 90 kumulativních dní ročně) ze spraší, písčitých spraší a slínů. Typicky obsahuje humusovou vrstvu přímo na půdotvorném substrátu (horizont A a C) a zcela chybí B horizont, tedy obohacená vrstva. Jedná se o nejúrodnější mírně vápnitý půdní typ. Geneze černozemí je dána specifickou humifikací velmi kvalitní výchozí organické hmoty (stepní společenstvo), která je charakteristická akumulací humínových sloučenin vázaných na bazické dvojmocné kationty (Ca, Mg). Mají dostatek živin a jsou dobře biologicky oživené. Obecně jde o půdu agronomicky velmi příznivou, vhodnou pro intenzivní zemědělství. Stejně jí je využíváno i ve zdejších podmínkách. [23] [25]

Při hodnocení pedologických poměrů můžeme taktéž využít kód BPEJ (viz 1.6. BPEJ). Obr. 10 ukazuje mapu hlavních půdních jednotek (HPJ), tedy kombinaci druhého a třetího čísla BPEJ. U HPJ jde o účelové seskupení půdních forem, příbuzných ekologickými vlastnostmi. Ty jsou charakterizovány morfogenetickým půdním typem, subtypem, půdotvorným substrátem, zrnitostí a u některých HPJ výraznou svažitostí, skeletovistí a stupněm hydromorfismu.

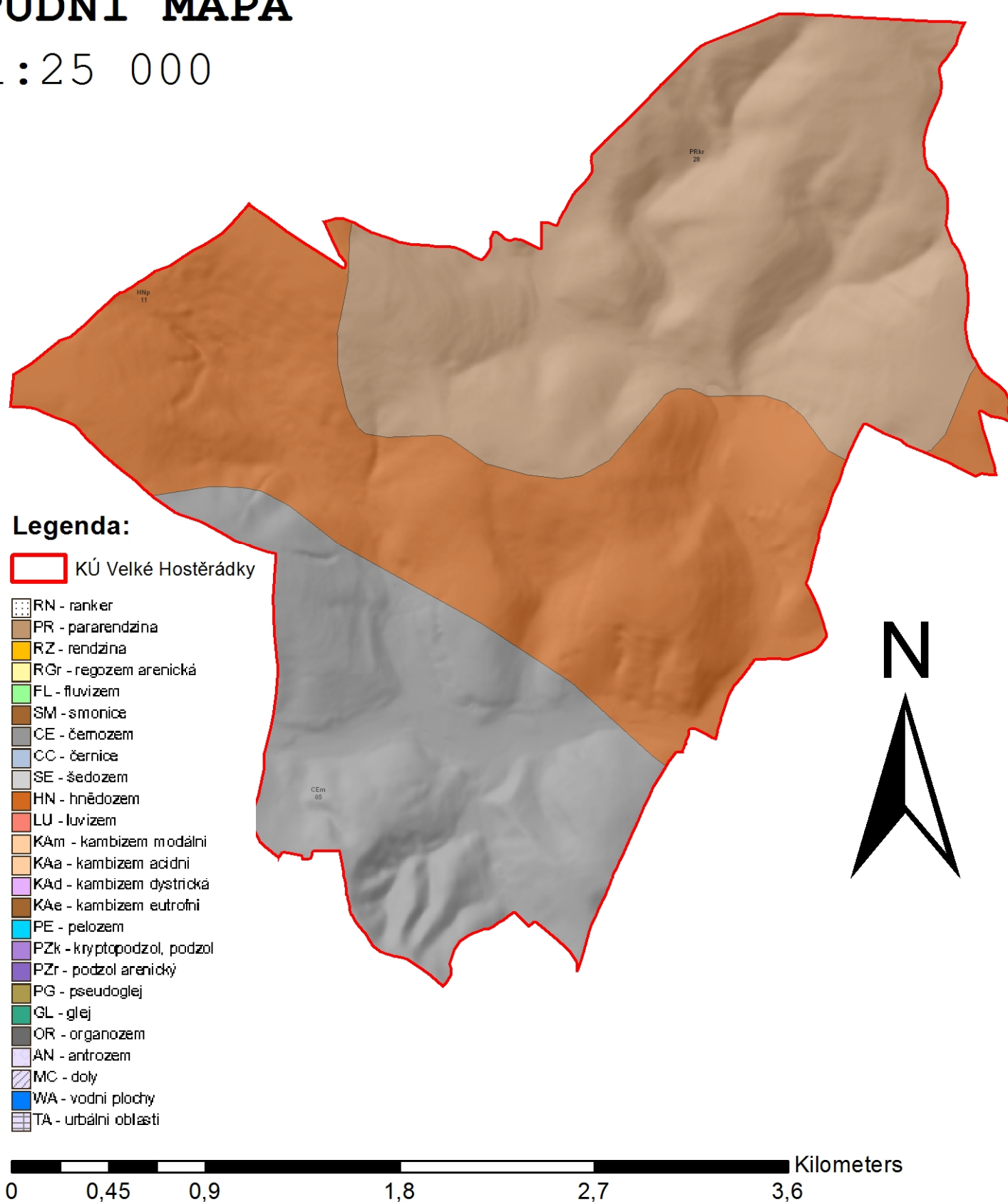
Charakteristika hlavních půdních jednotek dle [26]:

- HPJ 01 - Černozemě modální, černozemě karbonátové, na spraších nebo karpatském flyši, půdy střednětěžké, bez skeletu, velmi hluboké, převážně s příznivým vodním režimem
- HPJ 06 - Černozemě pelické a černozemě černické pelické na velmi těžkých substrátech (jílech, slínech, karpatském flyši a tercierních sedimentech), těžké až velmi těžké s vylehčeným orničním horizontem, ojediněle šterkovité, s tendencí povrchového převlhčení v profilu

- HPJ 07 - Smonice modální a smonice modální karbonátové, černoze země pelické a černoze země černické pelické, vždy na velmi těžkých substrátech, celoprofilově velmi těžké, bezskeletovité, často povrchově periodicky převlhčované
- HPJ 08 - Černoze země modální a černoze země pelické, hnědoze země, luvize země, popřípadě i kambize země luvické, smyté, kde dochází ke kultivaci přechodného horizontu nebo substrátu na ploše větší než 50%, na spraších, sprašových a svahových hlínách, středně těžké i těžší, převážně bez skeletu a ve vyšší sklonitosti
- HPJ 10 - Hnědoze země modální včetně slabě oglejených na spraších, středně těžké s mírně těžší spodinou, bez skeletu, s příznivými vláhovými poměry až sušší
- HPJ 19 - Pararendziny modální, kambické i vyluhované na opukách a tvrdých slínovcích nebo vápnitých svahových hlínách, středně těžké až těžké, slabě až středně skeletovité, s dobrým vláhovým režimem až krátkodobě převlhčené
- HPJ 27 - Kambize země modální eubazické až mezobazické na pískovcích, drobách, kulmu, brdském kambriu, flyši, zrnitostně lehké nebo středně těžké lehčí, s různou skeletovitostí, půdy výsušné
- HPJ 31 - Kambize země modální až arenické, eubazické až mezobazické na sedimentárních, minerálně chudých substrátech – pískovce, křídové opuky, permokarbon, vždy však lehké, bez skeletu až středně skeletovité, málo vododržné, výsušné
- HPJ 41 - Půdy se sklonitostí vyšší než 12 °, kambize země, rendziny, pararendziny, rankery, regoze země, černoze země, hnědoze země a další, zrnitostně středně těžké až velmi těžké s poněkud příznivějšími vláhovými poměry
- HPJ 58 - Fluvize země glejové na nivních uloženinách, těžké, popřípadě s podloží teras, středně těžké nebo středně těžké lehčí, pouze slabě skeletovité, hladina vody níže 1 m, vláhové poměry po odvodnění příznivé

VELKÉ HOSTĚRÁDKY – PŮDNÍ MAPA

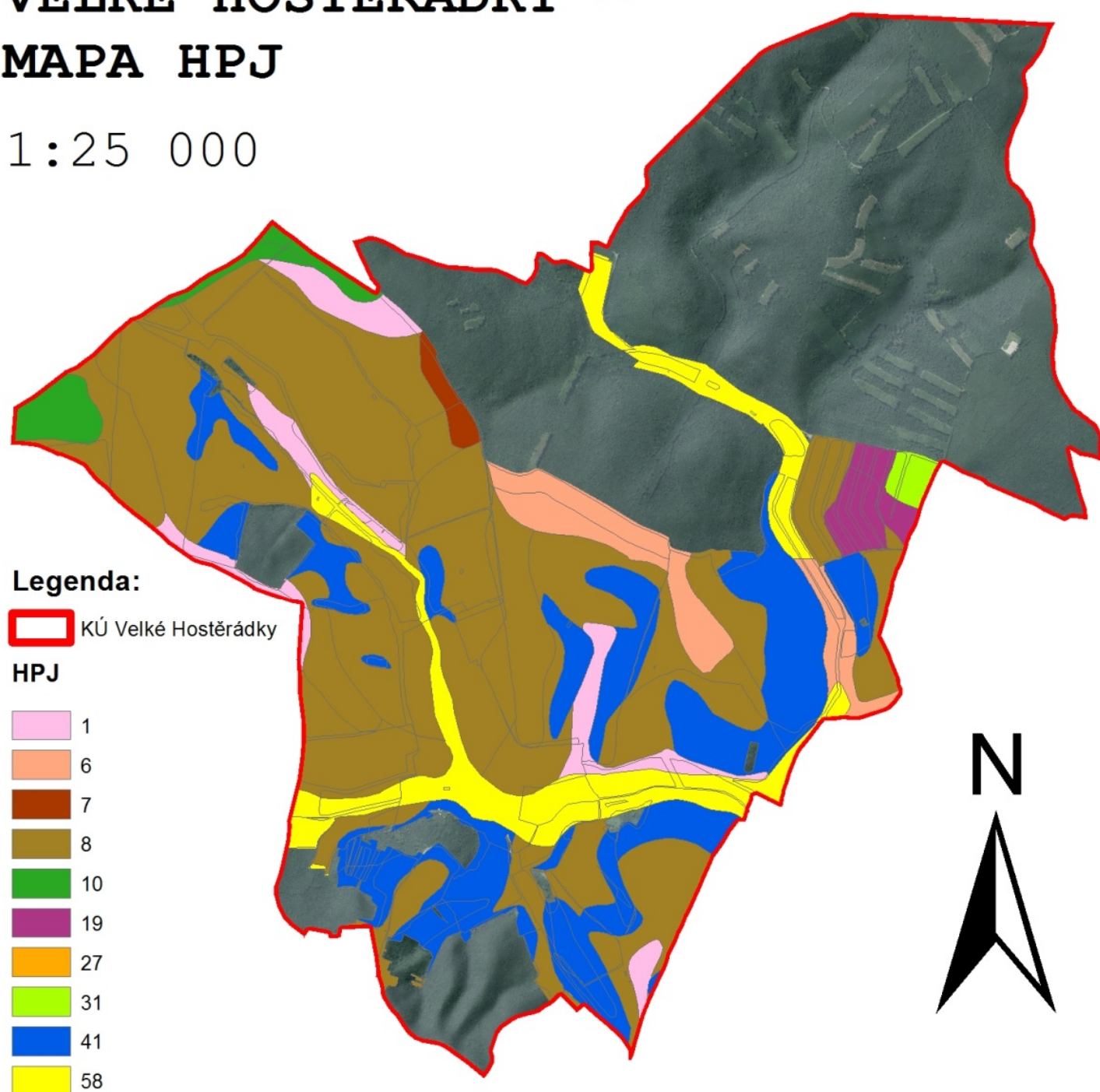
1:25 000



Obr. 9 Půdní typy v k.ú. Velké Hostěrádky dle klasifikačního systému TKSP (Němeček et al. 2001) [22]

VELKÉ HOSTĚŘÁDKY – MAPA HPJ

1:25 000



Obr. 10 Mapa hlavních půdních jednotek z BPEJ v k.ú. Velké Hostěrádky

2.4. Hydropedologické poměry

Hydrologické skupiny půd je možno přibližně určit z BPEJ, konkrétně z druhého a třetího čísla pětímístného kódu tzv. HPJ (hlavní půdní jednotka). Půdy jsou rozděleny do 4 hydrologických skupin na základě minimálních rychlostí infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém syčení. [12]

V námi zkoumaném území je možno nalézt všechny hydrologické typy půd (HSP). Poměrně jsou nejvíce zastoupeny půdy skupiny B, kterých je více než 47 %. Druhé významné zastoupení pozorujeme u pozemků nezemědělských (převážně lesních), kterých je téměř 43 %. Skupina C, tedy půdy s nízkou rychlostí infiltrace, se podílejí celkově méně než deseti procenty a poslední dvě skupiny (A, D), vyjadřující nejextrémnější podmínky rychlosti infiltrace, jsou zastoupeny dohromady pouze cca osm desetinami procenta.

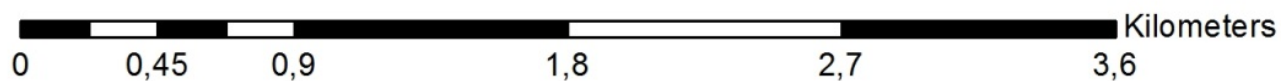
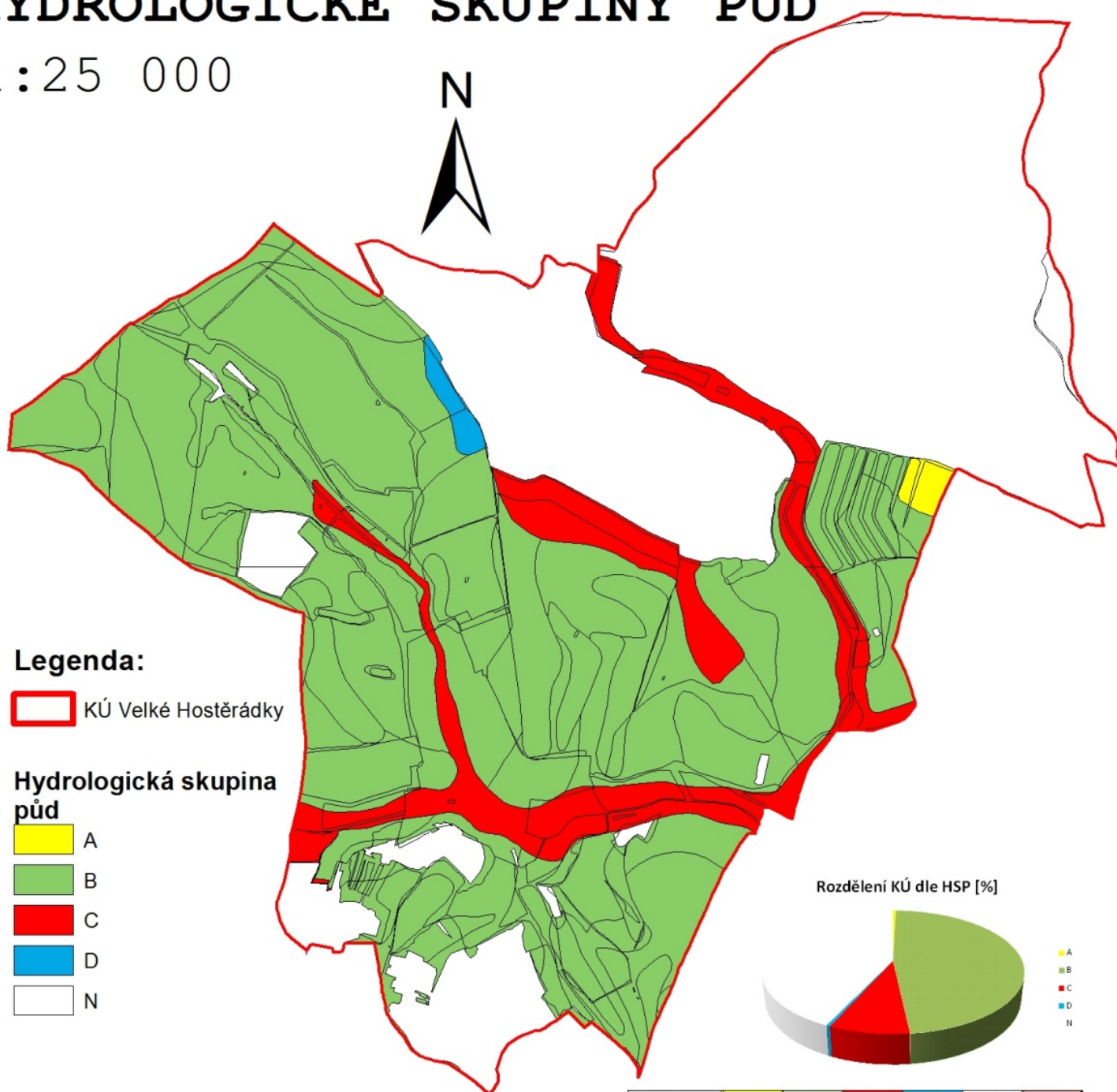
Hydrologické skupiny půd jsou klíčovým faktorem pro určování čísla odtokových křivek – CN (Runoff curve number), které slouží k jednoduchému odtoku při srážkoodtokové události na malých povodích. Více níže v kapitole 3.5.1.

Tab. 4 Charakteristika hydrologických vlastností půd [27]

Hydrologická skupina	Charakteristika hydrologických vlastností půd
A	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace ($> 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrné odvodněné písky nebo šterky
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace ($0,06 - 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ($0,02 - 0,06 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité
D	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ($< 0,02 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně jíly s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím.

VELKÉ HOSTĚŘÁDKY – HYDROLOGICKÉ SKUPINY PŮD

1:25 000



Obr. 11 Rozdělení hydrologických skupin půd v k.ú. Velké Hostěrádky

2.5. Geomorfologické poměry

Území lze rozdělit geomorfologicky na stále stejném základě – systém Alpsko-himalájský, provincie Západní Karpaty, subprovincie Vnější Západní Karpaty, oblast Středomoravských Karpat, celek Ždánický les a podcelek Dambořická vrchovina. Následně ale dělí údolí bezejmenného potoka jdoucí od Bošovic geomorfologicky území na dva okrsky. V pravém subpovodí tohoto toku a po jeho soutoku s potokem Hunivky, taktéž v jeho pravém subpovodí, je možno oblast zařadit do okrsku IXB-1C-a, tedy Otnická pahorkatina. Zbytek území náleží k Uhřické vrchovině (IXB-1C-b). [22]

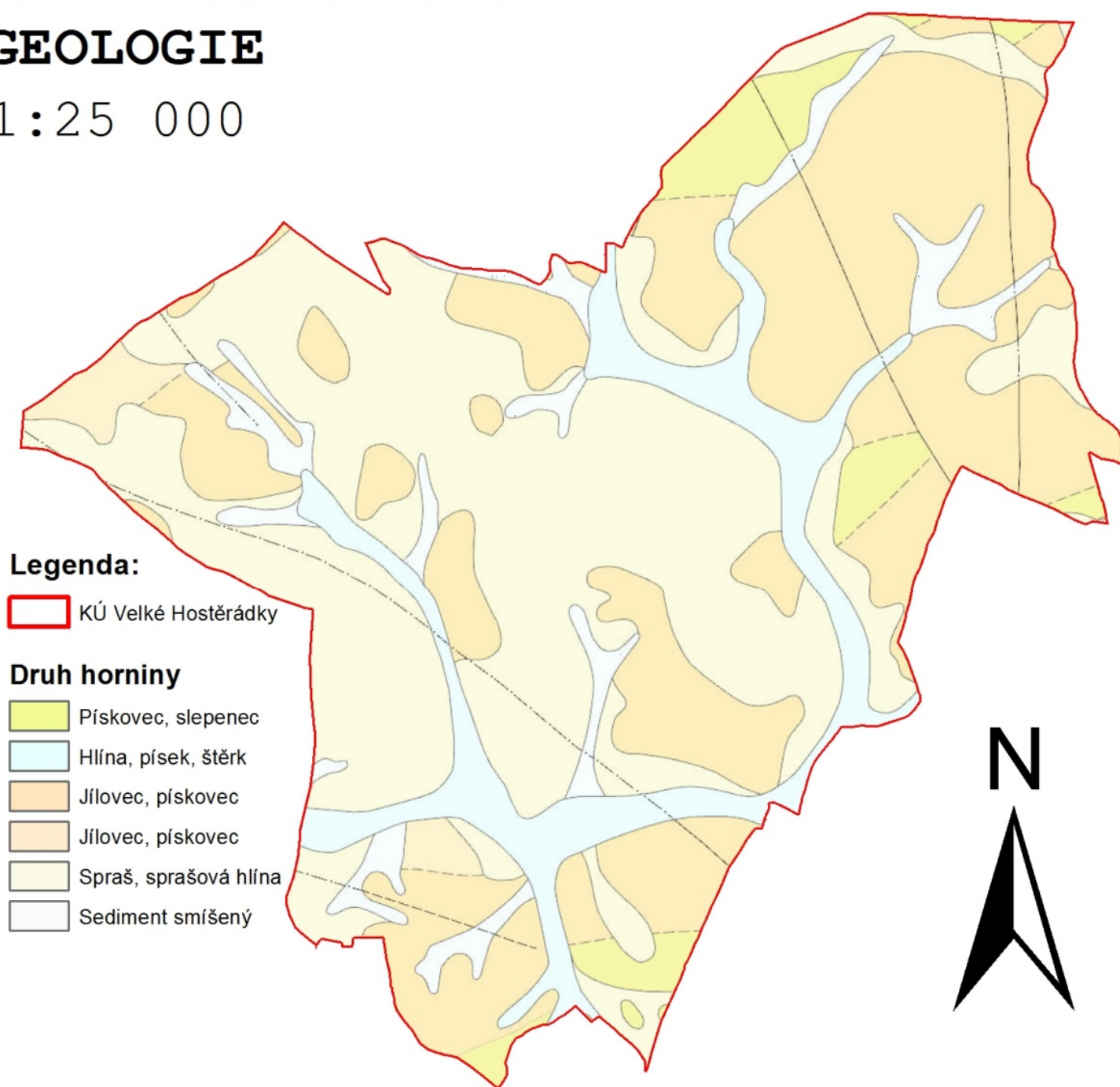
Území je tedy jednou ze tří provincií Karpat, tedy Alpsko-himalájského systému. Západní Karpaty představují typické pásemné pohoří, takový k severu silně vyklenutý oblouk asymetrické stavby, do něhož se z jižní strany noří Panonská pánev. Západní Karpaty se vyznačují nápadnou vrásově-příkrovovou stavbou, která je výsledkem silných tektonických pohybů a tvorby mohutných příkrovů v sedimentačních pánvích v průběhu druhohor a třetihor. Dnešní morfologické členění hor bylo nejvíce ovlivněno v období třetihor. První doložený vývoj Západních Karpat připadá do karbonu, zastoupeny jsou především mořské sedimenty. Později byla rozsáhlá území dnešních Karpat zaplavena mořem a následně opět vyzdvižena. V izolovaných depresích souše probíhala kontinentální sedimentace. Vnější Západní Karpaty (tzv. flyšové) jsou tvořeny převážně mladšími sériemi křídového a paleogenního stáří, tektonická stavba této části Karpat byla utvářena především v oligocénu a spodním miocénu. [28]

2.6. Geologické poměry

Geologická skladba našeho území je poměrně členitá. V západní části kolem obce Velké Hostěrádky se vyskytují rozsáhlé oblasti spraší, na kterých se vytvořily hnědozemě a zejména černozemě. Tyto sprašové oblasti jsou až na malé výjimky intenzivně zemědělsky využívány. Na prudkých svazích jihu území a zejména v oblasti lesního hřebene Ždánického lesa (severovýchodní část území) a v dalších maloplošných územích můžeme identifikovat jílovce a pískovce, výjimečně taktéž slepence. Dna údolí kolem stálých vodních toků jsou tvořena sedimentovaným materiálem.

VELKÉ HOSTĚRÁDKY - GEOLOGIE

1:25 000



0 0,45 0,9 1,8 2,7 3,6 Kilometers

Obr. 12 Geologie k.ú. Velké Hostěrádky [49]

2.7. Vývoj využití krajiny (land-use)

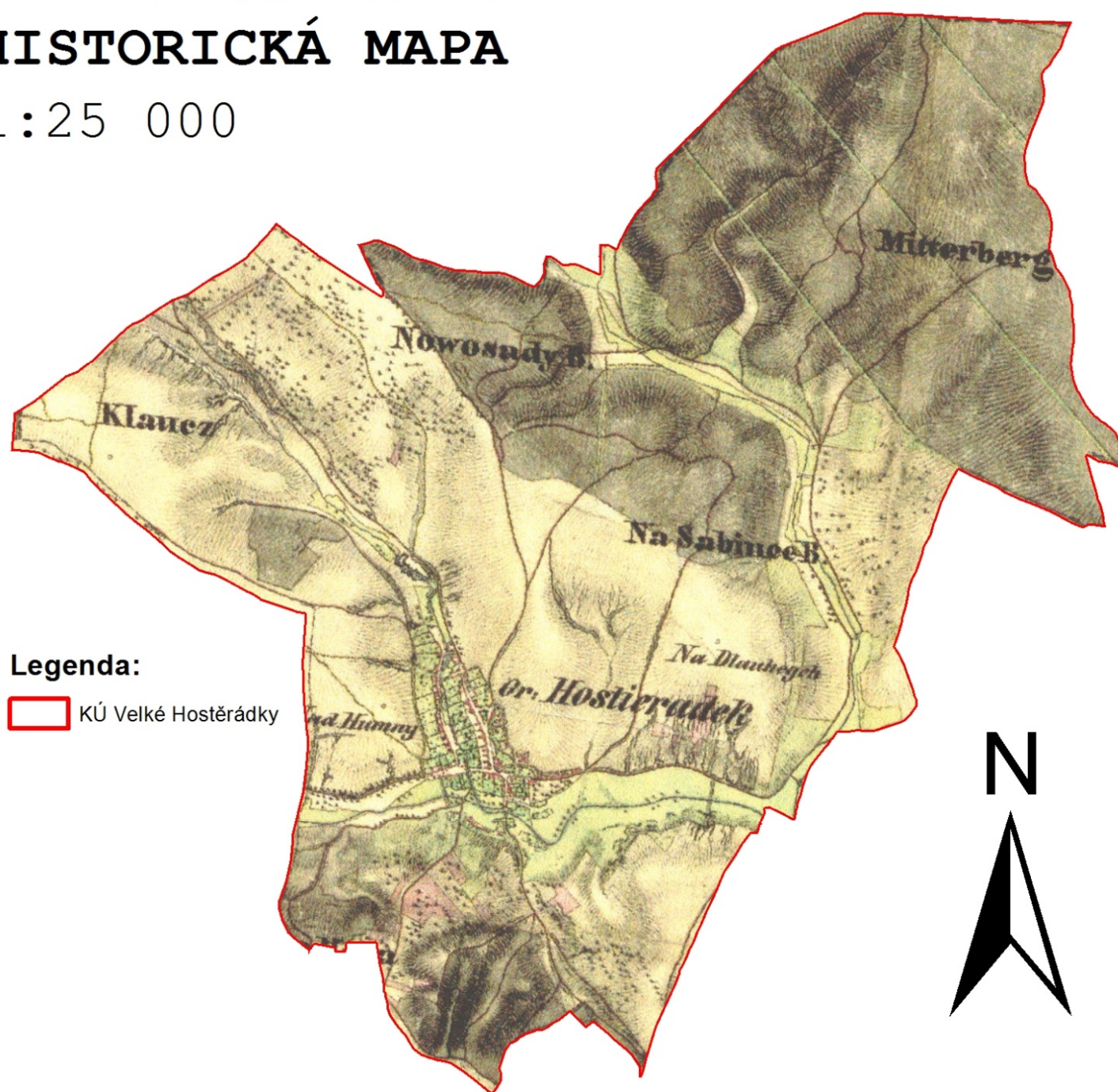
Jak lze vypožorovat z historické mapy II. vojenského mapování – tzv. Františkova z první poloviny 19. století (obr. 13), byl vývoj území od toho okamžiku v některých svých částech vcelku dynamický (pozn. pro snadné porovnání s mapou II. vojenského mapování může sloužit současný letecký snímek území – obr. 14). Zásadní plochy lesa zůstaly v podstatě nepozměněné výměře. Taktéž plocha intravilánu obce nenabyla výrazně jiných podob. Zřejmým důvodem je počet obyvatel, porovnatelný ze sčítání lidu roku 1880 a 2013. Na konci 19. století žilo tehdy v obci Gross Hostieradek či také Hrubé Hostěrádky 653 osob, v roce 2013 už pouze 496, i když se počet obyvatel od počátku devadesátých let minulého století, kdy se dostal až pod 400, neustále zvyšuje. V kategorii zástavby nicméně došlo k jedné zásadní změně. Asi půl kilometru severně od obce u silnice směr Bošovice byl za minulého režimu vybudován poměrně rozsáhlý (5,7 ha) areál zemědělského družstva (ZD). Nicméně je dnes v desolátním stavu, jelikož se ZD dlouhodobě potýkalo s finančními problémy a od 15. 12. 2009 je dokonce Zemědělské družstvo Velké Hostěrádky v likvidaci. Největších změn ovšem dosáhlo území vykácením ovocných sadů, podobně jako jinde na jižní Moravě. Na rozsáhlých plochách sadů na severozápadě území směrem k vrchu Novosady (místo získalo podle rozsáhlých sadů i své jméno), také jižně pod obcí a na širokých terasách na svahu nad levým břehem potůčku Skřípov byly ovocné stromy postupem času vykáceny a přeměněny na ornou půdu.

V současné době (obr. 15 zobrazuje vyhodnocení současného užití území) dominují k.ú. Velké Hostěrádky plochy orné půdy a lesů. Minoritně jsou zastoupeny i další kultury jako jsou vinice, sady či trvalý travní porost.

Ač v malém objemu, disponuje území jižní Moravy ložisky ropy a zejména zemního plynu. Přímo na našem šetřeném území se nachází ložiska oblasti karpatská předhlubeň. Jejich přibližné umístění v území ukazuje obr. 14. Jedná se o ložiska těžená i o chráněná ložisková území. O těžbu v této oblasti se starají hodonínské MND a. s. (dříve Moravské naftové doly), jejichž vrtné soustavy se nachází přímo na několika místech Ždánického lesa. Veškerá roční těžba zemního plynu na celém území ČR však pokryje potřebu našich občanů sotva ze 2 %. [29]

VELKÉ HOSTĚŘÁDKY – HISTORICKÁ MAPA

1:25 000



Legenda:

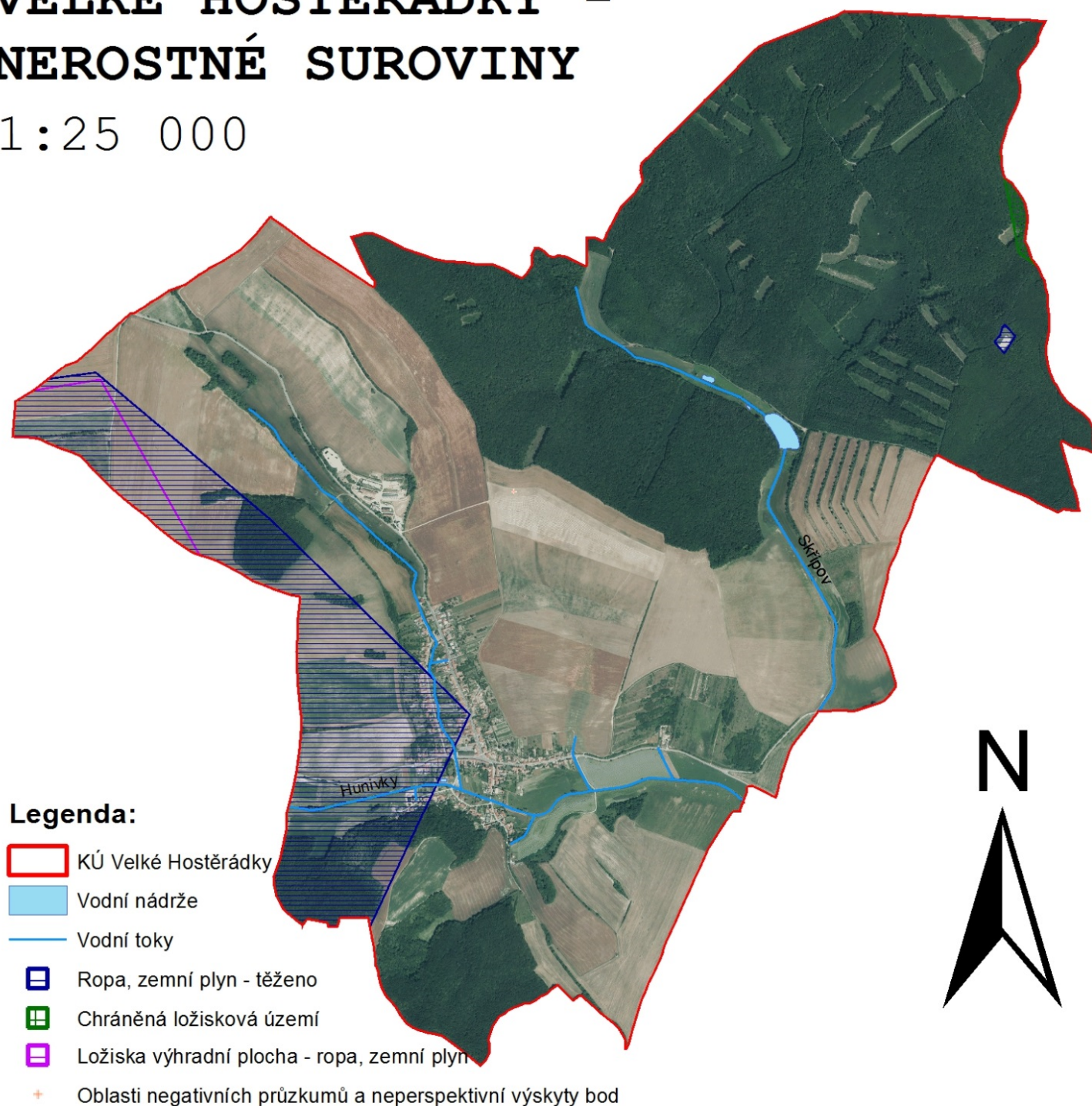
 KÚ Velké Hostěradky

0 0,45 0,9 1,8 2,7 3,6 Kilometers

Obr. 13 Historická mapa II. vojenského mapování (1836-1852) [46]

VELKÉ HOSTĚŘÁDKY – NEROSTNÉ SUROVINY

1:25 000

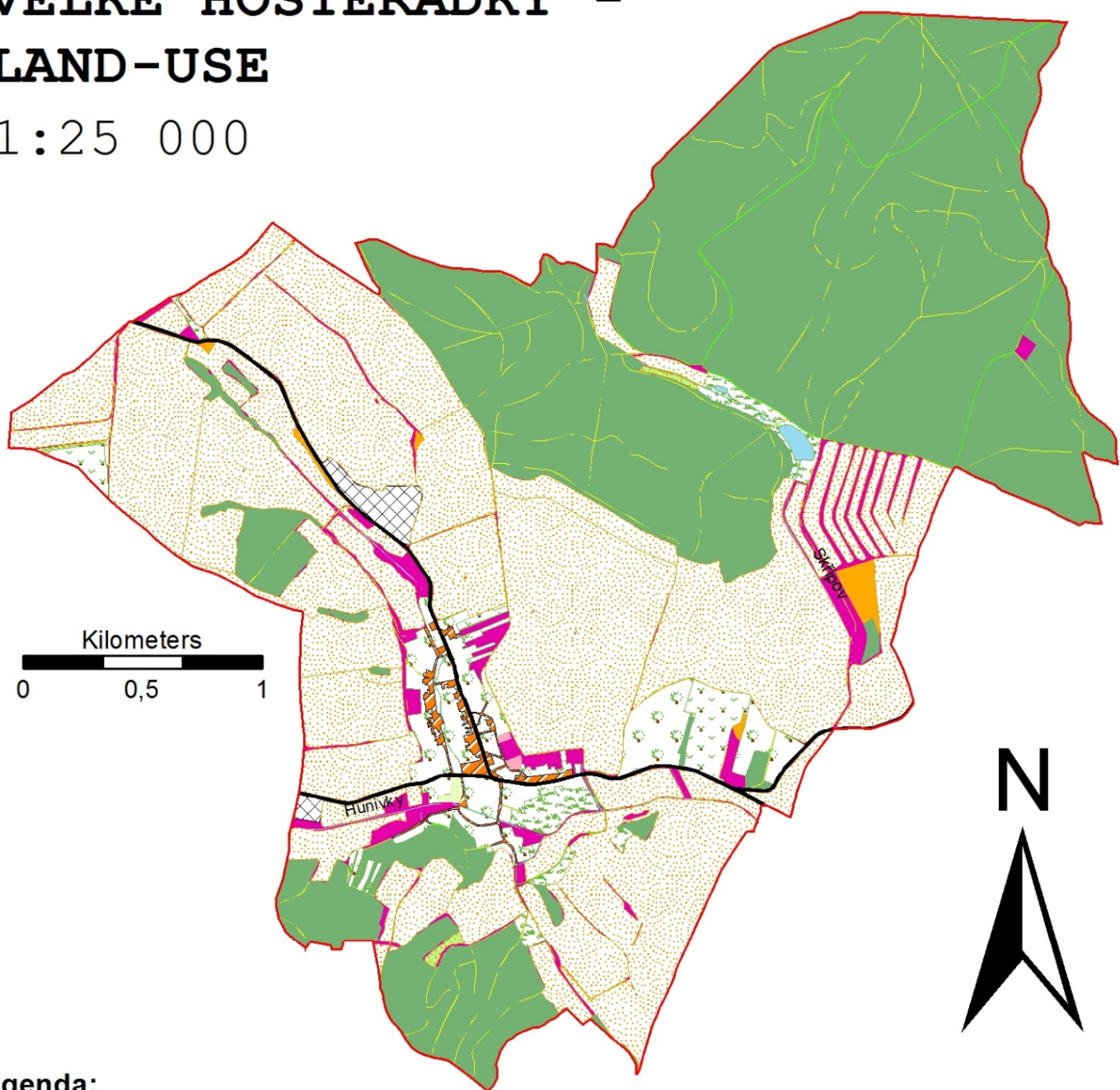


0 0,45 0,9 1,8 2,7 3,6 Kilometers

Obr. 14 Ortofotomapa území s údaji ze surovinového informačního zdroje [46]

VELKÉ HOSTĚŘÁDKY – LAND-USE

1:25 000



Legenda:

	KÚ Velké Hostěrádky		ZBG - Areál účelové zástavby		ZBG - Ostatní plocha v sídlech
			ZBG - Cesta neudržovaná		ZBG - Ovocný sad, zahrada
			ZBG - Cesta udržovaná		ZBG - Silnice, dálnice - silnice II. a III. třídy
			ZBG - Hřbitov		ZBG - Trvalý travní porost
LAND - USE			ZBG - Lesní půda s křovinatým porostem		ZBG - Vinice
	LPIS - orná půda		ZBG - Lesní půda se stromy		ZBG - Vodní tok (užší než 5 m)
	LPIS - ovocný sad		ZBG - Okrasná zahrada, park		ZBG - Vodní plocha
	LPIS - tráva na orné		ZBG - Orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy		
	LPIS - vinice				

Obr. 15 Současné využití krajiny (land-use) v k.ú. Velké Hostěrádky

3. Popis použitých metod

3.1. Systémy GIS

Systémy GIS (geografický informační systém) integrují hardware, software a data pro analýzu a správu geograficky vyjádřených informací. Tyto systémy umožňují zobrazit, pochopit, interpretovat a představit si skutečné informace v mnoha podobách, které odhalují vzájemné vztahy, zákonitosti a trendy ve formě map, reportů a grafů. GIS pomáhá odpovídat na otázky a řešit problémy pomocí práce s geograficky vázanými informacemi způsobem, který je snadno srozumitelný a jednoduše sdělitelný. Tuto technologii lze integrovat do jakékoli struktury podnikových systémů. [12]

3.2. ArcGIS

ArcGIS je ucelený počítačový program vyvinutý kalifornskou společností ESRI, který umožňuje jeho uživatelům shromažďovat, organizovat, třídit, analyzovat a distribuovat geografické informace. Je jednou ze světově nejužívanějších a nejrozšířenějších platform geografických informačních systémů (GIS). Nachází uplatnění po celém světě při práci s geografickými znalostmi ve státní správě, výzkumu, vzdělávání, v nejrůznějších formách hospodářských společností a médiích. ArcGIS umožňuje publikovat a zpřístupnit data tak, aby jich mohl užít kdokoli a díky kompatibilitě s webovými prohlížeči také kdekoli a to jak na stolních počítačích, tak na moderních mobilních komunikačních zařízeních jako jsou chytré mobilní telefony. [30]

Programu ArcGIS bylo využito v této diplomové práci k podrobnému popisu poměrů zájmového území, k.ú. Velké Hostěradky, zejména za využití bezplatných informací WMS vrstev CENIA (česká informační agentura životního prostředí) Ministerstva životního prostředí, DIBAVOD (digitální báze vodohospodářských dat) VÚV TGM, České geologické služby a dalších zdrojů.

Pro samotný výzkum bylo využito zejména vrstevnicového zaměření a dalších vrstev ZABAGED® (Základní báze geografických dat České republiky, Geoportál ČÚZK), registr produkčních bloků (LPIS), mapy Bonitovaný půdně ekologických jednotek, data z databáze DIBAVOD (jako hranice povodí IV. řádu, vodní toky a vodní nádrže) a

dalších podkladů nutných pro určení průměrné roční hodnoty erozního smyvu metodou USLE, návrh protierozních opatření a stanovení srážkoodtokového procesu ve vybraných subpovodích vybrané lokality pomocí programu DesQ-MaxQ.

3.3. Universální rovnice ztráty půdy (USLE)

USLE neboli Universal Soil Loss Equation je erozní model umožňující předpovídat dlouhodobou ztrátu půdy smyvem z daného povodí se stanoveným způsobem krajinného managementu. Jde o u nás platný matematický model, který je mimo jiné platný pro plnění standardů „Dobrého zemědělského a environmentálního stavu“ (DZES). Systém dříve známý jako GAEC (Good Agricultural and Environmental Conditions) je definován nařízením vlády 309/2014 Sb. jako standard, jehož plnění je nutné pro o dotace žádající zemědělské subjekty, jako jsou Program rozvoje venkova nebo některé podpory společné organizace trhu s vínem. [31]

Rovnice USLE byla vyvinuta v 60. letech na Purdue University v Lafayette, USA pány Wishmeierem a Smithem za využití dat získaných ve spolupráci s ministerstvem zemědělství USA experimentálně pomocí simulátoru deště. Vychází z principu přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku, jehož parametry jsou definovány a odvozeny z rozměrů standardních elementárních odtokových ploch o délce 22,13 m a jednotném sklonu 9 %, jejichž povrch je po každém přívalovém dešti mechanicky kypřen ve směru sklonu svahu jako úhor bez vegetace. Umožňuje předpovídat průměrný roční erozní smyv v povodí za pomoci několika daných parametrů (viz níže). Hodnota přípustné ztráty půdy slouží ke stanovení míry erozního ohrožení pozemku a je definována jako maximální velikost eroze půdy, která dovoluje dlouhodobě a ekonomicky udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti půdy. Pokud jsou dané výsledky erozního smyvu porovnány s přípustnou ztrátou půdy, můžeme navrhnout potřebná protierozní opatření tak, aby se pokud možno dlouhodobý teoretický smyv dostal do přípustných mezí. [32]

Průměrná roční ztráta půdy vodní erozí se stanovuje na základě rovnice dle [32]:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad [\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

kde:

G	je průměrná roční ztráta půdy $[\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$
R	je faktor erozní účinnosti deště $[\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}]$
K	je faktor náchylnosti půdy k erozi $[\text{t} \cdot \text{h} \cdot \text{MJ}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$
L	je faktor délky svahu [-]
S	je faktor sklonu svahu [-]
C	je faktor ochranného vlivu vegetace [-]
P	je faktor vlivu protierozních opatření [-]

Vypočtená hodnota představuje dlouhodobou průměrnou roční ztrátu půdy a udává množství půdy, které se uvolňuje vodní erozí, nezahrnuje však její zpětné ukládání na pozemku či na níže ležících plochách v povodí. Rovnici nelze používat pro kratší než roční období a pro zjišťování ztráty půdy erozí z jednotlivých srážek nebo z tání sněhu. [6]

3.6.1. Přípustná ztráta půdy vodní erozí

Hodnoty přípustné ztráty půdy erozí jsou stanoveny především z hlediska dlouhodobého zachování funkcí půdy a její úrodnosti. Pozemky s mělkými půdami s hloubkou do 30 cm by neměly být využívány pro polní výrobu, a proto se doporučuje jejich převedení do kategorie trvalých travních porostů nebo je zalesnit. U půd středně hlubokých (30-60 cm), ale i hlubokých (nad 60 cm) je doporučeno použít jednotnou hodnotu přípustné ztráty půdy ve výši $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, namísto původně doporučovaných $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ pro půdy hluboké. Důvodem snížení přípustné hodnoty pro hluboké půdy je nutnost zvýšení jejich ochrany před erozí, neboť se jedná o zemědělsky nejhodnotnější (nejúrodnější) půdy. [6]

Hloubka půdy je charakterizována mocností půdního profilu, kterou omezuje skalní podklad, rozpad půdy nebo vysoká skeletovitost. Hloubka půdy se určí terénním průzkumem v místech nejsvažitější části pozemku. Orientačně lze hloubku půdy zjistit podle BPEJ. Hloubku půdy v systému BPEJ vyjadřuje pátá číslice sdruženého kódu. U hodnot 8 a 9 páté číslice kódu je nutno hloubku půdy zjistit terénním průzkumem. [6]

Tab. 5 Přípustná ztráta půdy erozí na základě hloubky půdy [6]

Hloubka půdy	Kód BPEJ	Přípustná ztráta půdy erozí
[cm]	[5. číslice kódu]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]
mělká	5, 6	doporučeno převést na TTP či zalesnit
(< 30)		
středně hluboká	1, 4, 7	4
(30 - 60)		
hluboká	0, 2, 3	4
(> 60)		

3.6.2. Faktor erozní účinnosti deště R

Vztah pro faktor erozní účinnosti deště R byl v USA odvozen na základě velkého množství dat o dešťových srážkách. Data ukazují, že jsou-li faktory USLE konstantní, je ztráta půdy z obdělávaného pozemku přímo úměrná součinu celkové kinetické energie přívalového deště (E) a jeho maximální třicetiminutové intenzity (i_{30}):

$$R = E \cdot i_{30} / 100$$

kde:

R je faktor erozní účinnosti deště [MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹]

E je celková kinetická energie deště [J.m⁻²]

i_{30} je max. 30-ti minutová intenzita deště [cm.h⁻¹]

Faktor R závisí na četnosti výskytu srážek, jejich kinetické energii, intenzitě a úhrnu. Jeho průměrná roční hodnota se určuje z dlouhodobých záznamů o srážkách a

představuje součet erozní účinnosti jednotlivých přívalových dešťů, které se v daném roce vyskytly, přičemž se neuvažují deště s úhrnem menším než 12,5 mm a pokud v průběhu 15 minut nespadlo alespoň 6,25 mm. Tyto deště musí být oddělené od ostatních dobou delší než 6 hodin.

Pro ČR byla původně určena průměrná roční hodnota faktoru $R = 20 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Využitím nově zpracovaných dlouhodobých řad ombrografických záznamů ze stanic ČHMÚ a provedení důkladnějšího metodického rozboru erozní účinnosti srážek bylo možné nově stanovit R faktor přesněji pro celé území České republiky. S ohledem na problémy metodického a podkladového charakteru, které stanovení R faktoru provázejí, nezdá se být zatím účelné R faktor pro území ČR regionalizovat, ale používat v USLE pro naprosto převažující plochu zemědělské půdy České republiky průměrnou hodnotu R faktoru $= 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, tedy dvojnásobnou oproti dříve doporučované. [6]

V této diplomové práci se dále při stanovování erozního smyvu pracovalo s metodikou doporučenou hodnotou $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ a zároveň se zjišťoval a porovnával erozní smyv i pro přísnější varianty řešení, kdy $R = 50$ respektive $60 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

3.6.3. Faktor erodovatelnosti půdy K

Vlastnosti půdy ovlivňují infiltrační schopnost půdy a odolnost půdních agregátů proti rozrušujícímu účinku dopadajících kapek deště a transportu povrchově odtékající vodou. Faktor erodovatelnosti půdy K (resp. Náchylnosti půdy k erozi) je v USLE definován jako ztráta půdy ze standartního pozemku vyjádřená v $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na jednotku faktoru erozní účinnosti deště R. Hodnota faktoru může být stanovena třemi postupy. Lze ji spočítat dle vztahu odvozeného pro faktor K, určit odečtením z nomogramu sestrojeného na základě tohoto vztahu či přibližně stanovit podle hlavních půdních jednotek (HPJ) bonitační soustavy půd nebo dle půdních typů, subtypů a variet Taxonomického klasifikačního systému půd ČR.

U prvních dvou postupů je třeba mít k dispozici základní charakteristiky dané půdy, resp. výsledky rozborů přímo v terénu odebraných směsných půdních vzorků z erozí nejohroženějších míst vyšetřovaného pozemku, a jelikož jsme neměli takovéto podklady k dispozici, byly faktory K pro účely této práce stanoveny přibližně z kódu BPEJ. [6]

3.6.4. Faktory délky a sklonu svahu - LS

Vliv sklonu a délky svahu na intenzitu eroze je vyjádřen kombinací faktoru sklonu svahu S a faktoru délky svahu L , tzv. topografickým faktorem LS . Ten představuje poměr ztrát půdy na jednotku plochy svahu ke ztrátě půdy na jednotkovém pozemku o délce 22,13 m a jednotném sklonu 9 %. LS faktor se stanoví na základě situování odtokových výpočtových linií, které se navrhuje v rámci erozně uzavřených celků (EUC), případně na jednotlivých pozemcích kolmo na vrstevnice tam, kde se předpokládá nejvyšší hodnota kombinace LS . [6]

K rozdělení území na erozně uzavřené celky, k návrhu průběhu linií a vytvoření digitálního modelu terénu se běžně využívá softwaru ArcGIS. Samotný výpočet faktoru se následně provede v programu USLE 2D. V mém případě bylo využito již zpracovaných hodnot LS faktoru v rastrové formě. Takto připravený rastr topografického faktoru byl původně určen pro projekt ADAPTAN, což je víceoborový projekt zaměřený na eliminaci negativních dopadů změny klimatu, zejména pak extrémní jevy dopadu změny klimatu tj. sucho a lokální přívalové srážky na území Jihomoravského kraje (dále JMK). Ten lze na základě dosavadních klimatických dat a očekávaných scénářů považovat za nejpostiženější kraj (zejména suchem) na celém území ČR. [33]

3.6.5. Faktor ochranného vlivu vegetace C

Vliv vegetačního pokryvu na smyv půdy se projevuje přímou ochranou povrchu půdy před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek a zpomalováním rychlosti povrchového odtoku a nepřímo působením vegetace na půdní vlastnosti, zejména na pórovitost a propustnost, včetně omezení možnosti zanášení pórů jemnými půdními částicemi a mechanickým zpevněním půdy kořenovým systémem.

Ochranný vliv vegetace je přímo úměrný pokryvnosti a hustotě porostu v době výskytu přívalových dešťů (měsíce duben – září). Proto dokonalou protierozní ochranu představují porosty trav a jetelovin, zatímco běžným způsobem pěstované širokořádkové plodiny (kukuřice, okopaniny, sady a vinice) chrání půdu nedostatečně. [6]

Management využívání území ovlivňuje ztrátu půdy a ze všech rozličných faktorů je to právě ochranný vliv vegetace, na který mohou tvůrci pravidel či přímo farmáři snadno působit a tím pomáhat ve snižování ztráty půdy vodní erozí. Chování hospodářů a způsob využívání půdy hrají důležitou roli při kontrole erozních stavů. Na příkladu studie [34] lze ukázat, že se hodnoty erozního smyvu exponenciálně snižují při zvyšující se míře vegetačního krytu. Kromě vegetačního krytu ovlivňuje C faktor také způsob hospodaření a management příslušné krajiny, jako je výsev do krycí plodiny či posklizňových zbytků nebo redukováná (v extrémních případech i žádná) orba. Také faktor P je možno, na rozdíl od ostatních vstupů USLE, modifikovat, např. formou terasování či vrstevnicového řádkování, ty ale vyžadují výrazně více investic. Management faktoru ochranného vlivu vegetace je tak v současnosti nejlepším nástrojem protierozní ochrany zemědělského půdního fondu, který dokáže spolehlivě redukovat vodní erozi a tím zároveň zamezuje vyplavování nutrientů z půdy a pomáhá konzervaci organického půdního uhlíku. [35]

V rámci diplomové práce potažmo analýzy erozního smyvu byla použita hodnota C faktoru pro ornou půdu 0,266 na základě průměrné roční hodnoty faktoru C pro jednotlivé klimatické regiony, konkrétně klimatický region 2. Ve stávající konfiguraci území se už na plochách zemědělského půdního fondu vyskytují pouze dvě hodnoty faktoru C. Hodnota pro sady a vinice je 0,44 a pro travu na orné byla stanovena na 0,1. [36]

3.6.6. Faktor účinnosti protierozních opatření P

Hodnoty faktoru účinnosti protierozních opatření – P (dle Wischmeiera a Smithe, 1978) jsou uvedeny v příslušné metodice (Ochrana zemědělské půdy před erozí, Miloslav Janeček a kol., 2012). Jelikož nelze předpokládat dodržení metodikou stanovených podmínek pro snížení faktoru P ve sledované lokalitě a tím pádem nelze s účinností příslušných opatření vyjádřených hodnotami faktoru P počítat, byla základní hodnota faktoru pro stávající stav území stanovena na $P = 1$.

3.4. Postup při výpočtu stanovení průměrného ročního erozního smyvu vodní erozí v k.ú. Velké Hostěrádky

Nejprve byl na základě dostupného výškopisu v rozhraní programu vytvořen digitální model terénu (dále DMT). Při jeho sestavení bylo využito zpřesnění na základě souřadnic vodních toků a nádrží. Tento DMT byl následně vyhlazen funkcí Spatial Analyst Tools – Hydrology – Fill, který slouží k odstranění nedokonalostí samotného DMT (jako výčnělky a prolákliny). Takto vzniklá základní vrstva posloužila dále jako základní podklad pro hydrologické analýzy povodí. Pro lepší vizualizaci byla vrstva DMT podložena stínováním reliéfu, jež je umožněno nástrojem Spatial Analyst Tools – Surface – Hillshade. Výsledný výstup je možno vidět na obr. 4 v kapitole 2.

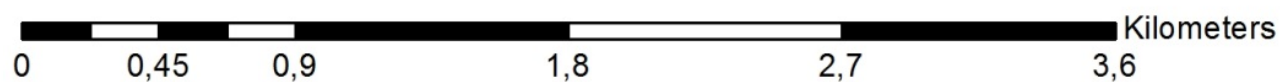
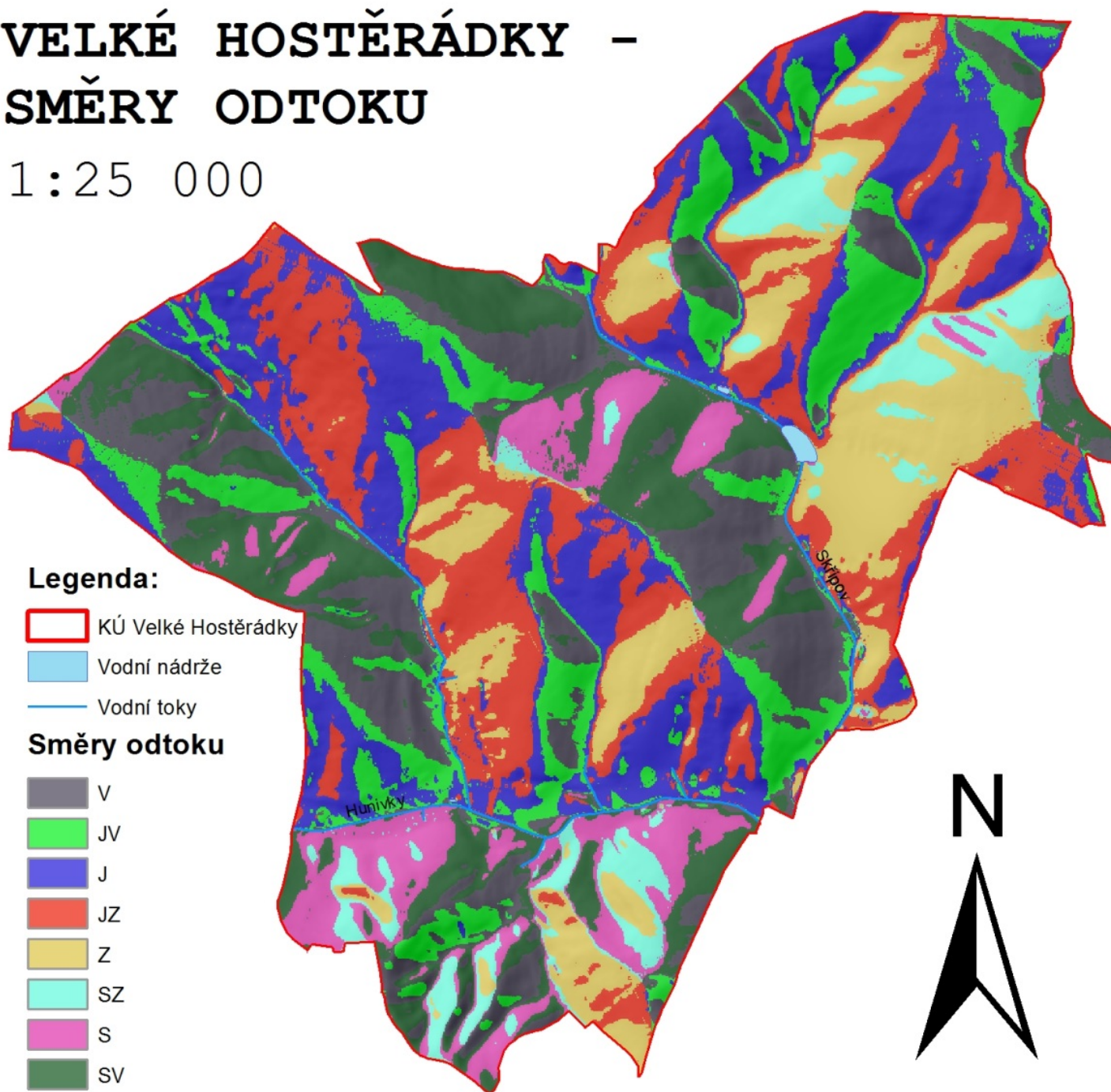
Na základě DMT jsme schopni pomocí nástrojů Hydrology (součást Spatial Analyst Tools) vyhodnotit rozličné hydrologické charakteristiky povodí. Pro dosažení námi chtěné akumulace odtoku, nutné později pro stanovení charakteristik srážkoodtokového procesu na potenciálně erozně nebezpečných drahách soustředěného povrchového odtoku, je nutno nejprve provést analýzu směrů odtoku. Ta se provede pomocí nástroje Flow Direction a značí směr odtoku z dané buňky. Tuto situaci vyobrazuje obr. 16, kde je provedena analýza směrů odtoku na námi blíže řešeném katastrálním území.

Akumulace odtoku (nástroj Flow Accumulation) je založena na postupném načítání všech buněk přitékajících do právě počítané buňky, která se do součtu nezahrnuje. Buňky s vysokou hodnotou akumulace představují plochy koncentrace odtoku. Buňky s nízkou hodnotou naopak hřbety terénu. [36]

Další neméně důležitou charakteristikou povodí je jeho sklonitost. Na jejím základě je možno teoreticky propočítat topografický faktor universální rovnice ztráty půdy. Tuto rastrovou vrstvu je možné vytvořit na základě vyhlazeného DMT pomocí nástroje Spatial Analyst Tools – Surface – Slope, který je standardní součástí ArcToolbox programu ArcGIS. Ze dvou možností výstupu byla zvolena možnost výpočtu sklonu svahů v procentech (pozn. druhou možností jsou stupně). Vrstva byla následně klasifikována do 7 kategorií, jak ukazuje obr. 17. Stejný obrázek vykresluje kromě sklonitostních poměrů v území taktéž vyhodnocenou akumulaci soustředěného povrchového odtoku.

VELKÉ HOSTĚRÁDKY – SMĚRY ODTOKU

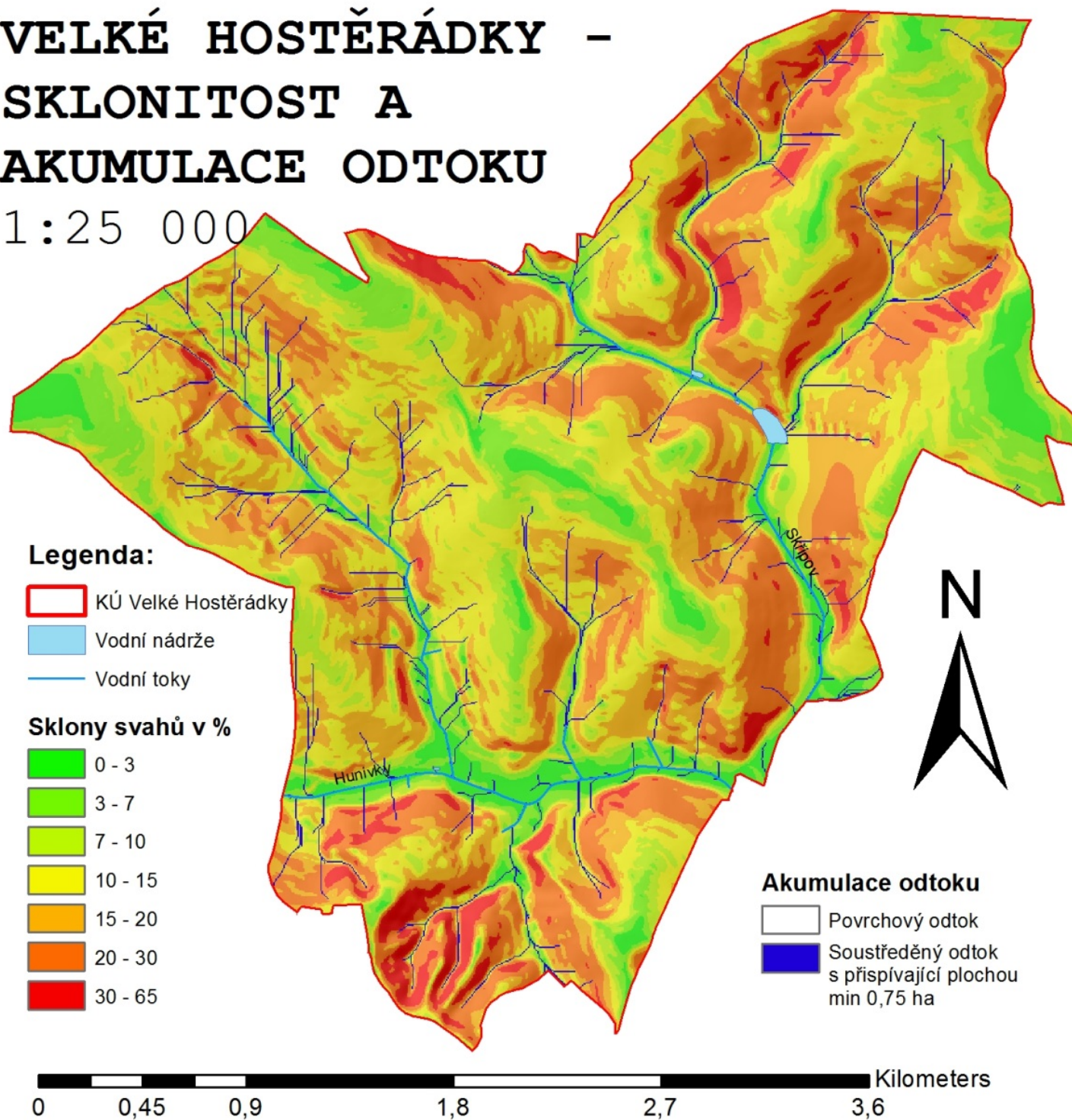
1:25 000



Obr. 16 Analýza směrů odtoku v k.ú. Velké Hostěrádky

VELKÉ HOSTĚŘÁDKY - SKLONITOST A AKUMULACE ODTOKU

1:25 000



Obr. 17 Mapa sklonitosti a akumulace soustředěného povrchového odtoku k.ú. Velké Hostěrádky

Pro samotný výpočet erozního smyvu v prostředí ArcGIS je použit Raster Calculator v nadstavbě Spatial Analyst, který počítá s rastrovými vrstvami. Proto je třeba dané faktory z vektorového zobrazení převést na zobrazení rastrové. Jedná se o vrstvy LS faktoru, K faktoru a C faktoru. Konstantami jsou R faktor a P faktor. Pro veškeré analýzy byla zvolena hodnota velikosti výpočtové buňky (pixelu) v ArcGIS 5 m.

Vytvoření vektorové vrstvy K faktoru předchází úprava vektorové vrstvy BPEJ, kam je přidán sloupec „K“, který bude obsahovat hodnoty K faktoru přiřazené podle hlavní půdní jednotky, tedy 2. a 3. Číslo sdruženého kódu BPEJ. Hodnoty faktoru erodovatelnosti jsou vepsány do tabulky dle příslušné metodiky [6]. Tímto aktem je vrstva BPEJ připravená k převodu na rastrovou vrstvu K faktoru podle sloupce „K“.

Obdobně se postupuje i při vytváření vrstvy C faktoru. Do atributové tabulky vektorového souboru, kde jsou uloženy erozně uzavřené celky (EUC) povodí, se vytvoří nový sloupec „C“. Obdobně jako u předešlého problému se i zde musí vepsat jednotlivé hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace C do tohoto sloupce a následně je nutno celou vrstvu překlomit do rastrového formátu pomocí nástroje Feature to Raster.

Výpočet LS faktoru byl proveden v rámci projektu AdaptaN pomocí programu USLE 2D. V rámci této diplomové práce nebyla tato vrstva samostatně zpracována.

Pro výpočet výsledného erozního smyvu se použije rastrový kalkulátor, kde se mezi sebou vynásobí jednotlivé rastrové vrstvy, které byly nově vygenerovány, se zadanými konstantami. [36]

V této diplomové práci byly dále (jak je popsáno níže ve výsledcích) srovnávány různé nově navržené varianty využití krajiny se stávajícím stavem. Pro tyto účely se jako konstanta chovaly vrstvy K a LS faktorů. C faktor a P faktor se měnil v závislosti na návrhu krajinného managementu. Pro výpočet erozního smyvu všech variant vegetačního pokryvu bylo navíc počítáno vždy s faktorem erozní účinnosti deště $R = 40, 50 \text{ a } 60 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$. Takto vzniklo postupně celkem 18 variant výpočtu erozního smyvu (6 variant konfigurace krajiny vždy ve třech modifikacích R faktoru).

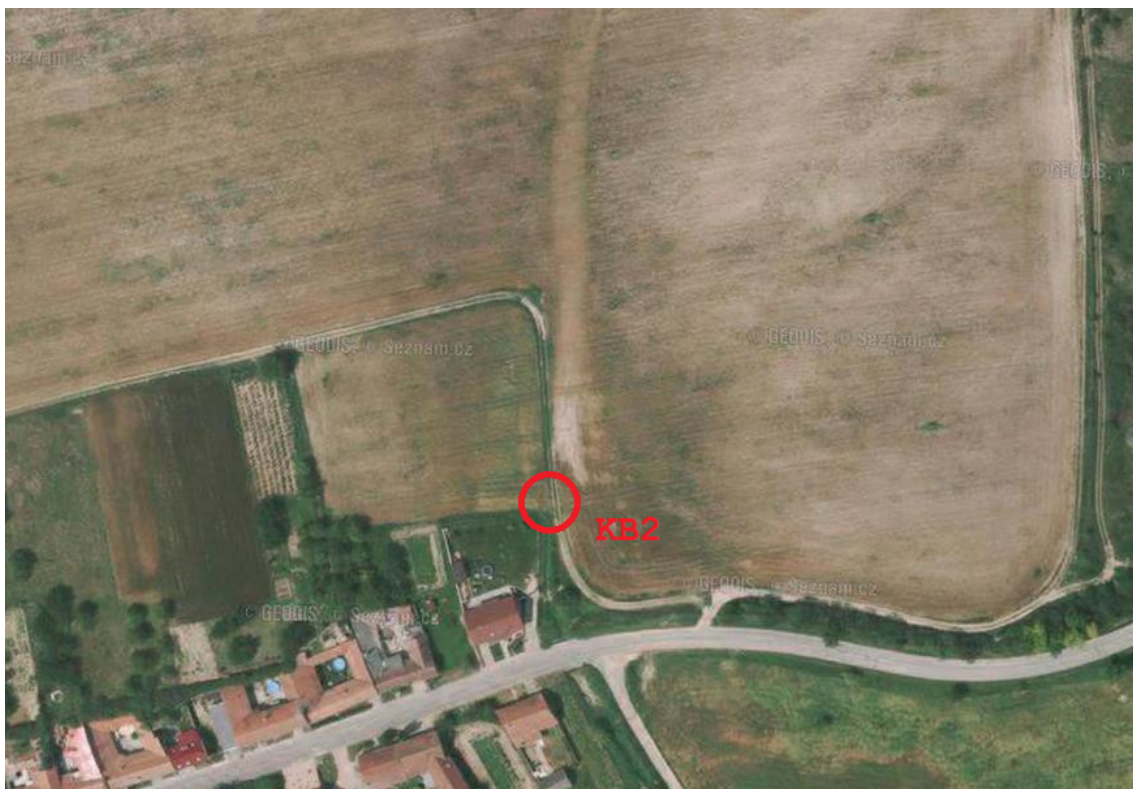
3.5. DesQ - MaxQ

Hydrologický model DesQ - MaxQ byl vytvořen v devadesátých letech 20. století Prof. Ing. Františkem Hrádkem, DRSc. Aplikovat ho lze bez známých údajů o průtocích a vodních stavech, jedná se tedy o tzv. black-box deterministický model. Program je ale koncipován pouze pro studii srážko-odtokových procesů malých povodí typu otevřené knihy (do 10 km²). [37]

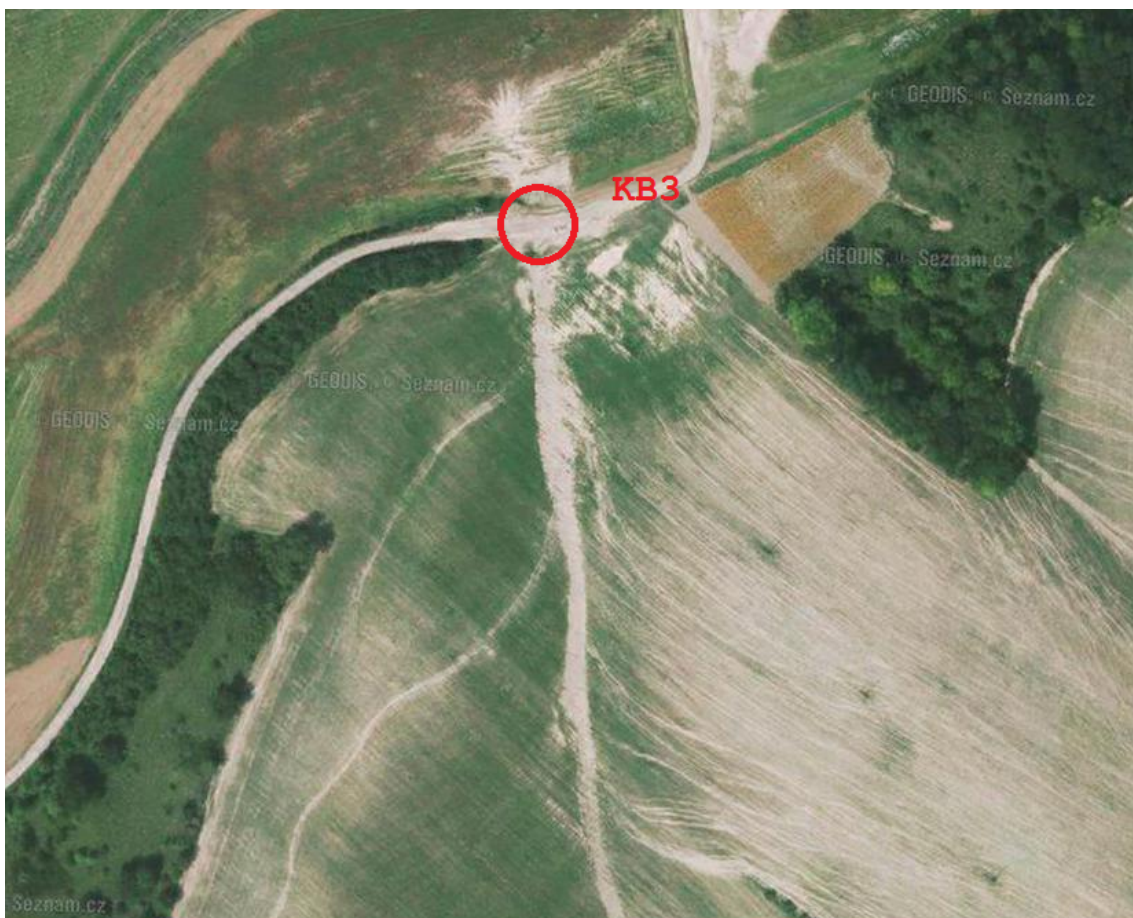
Tohoto modelu bylo v diplomové práci využito k zjištění návrhových průtoků a objemu návrhových povodní na drahách soustředěného povrchového odtoku ve třech kritických bodech u Velkých Hostěrádek. Pro práci s tímto hydrologickým modelem bylo zapotřebí si připravit dostatečně přesné vstupní hodnoty (plochy a sklony povodí, délky a sklony údolnic, čísla CN křivek a drsnosti), aby byly získané výsledky co možná nejpřesnější. Bylo využito výpočtu pro povodí typu „otevřená kniha“, tedy dva svahy. Konkrétně byla využita varianta I, kde se zadává návrhový déšť ve formě 1-denního maximálního srážkového úhrnu pro jednotlivé n-letosti (doby opakování). Pro vyplnění hodnot srážkového úhrnu bylo užito hodnot ze srážkoměrné stanice ČHMÚ v sousedním katastrálním území Klobouky. Hodnoty návrhových dešťů z celkem 579 stanic jsou implementovány přímo v tomto softwaru. Konkrétní hodnoty pro námi zvolenou stanici jsou zobrazeny v tabulce č. 3.

Pro výpočet maximálních odtoků byly využity dva kritické body (KB) dříve již identifikované VÚV TGM. KB1 se nachází na severním konci obce Velké Hostěrádky přímo na bezejmenném potoce, který v tomto místě vniká do intravilánu obce. KB2 je identifikován na východním konci obce kde je možno i z leteckých snímků identifikovat výraznou rýhovou erozi severovýchodně od domu s číslem popisným 218. Občasný vodní tok zde má i své koryto, které vede propustkem pod silnicí č. 381. Třetí kritický bod (KB3) byl zvolen jižně od obce. Jeho povodí je sice výrazně menší než ostatních, ale je v podstatě celé rozloženo na orné půdě s velmi prudkými svahy obou subpovodí teoretické dráhy soustředěného povrchového odtoku. Eroze se v této části území jeví jako naprosto kritická, a navíc je KB3 umístěn v místě styku DSO a polní cesty, která ohraničuje parcely (místně zvané „Paseky za dědinou“) označené v územním plánu obce jako „plochy bydlení v rodinných domech“. [38]

Obr. 18 a 19 ukazuje přibližné umístění KB2 a KB3 na erozně velmi aktivních DSO.



Obr. 18 Letecký snímek umístění kritického bodu 2 na patrné DSO (zdroj: mapy.cz)



Obr. 19 Letecký snímek umístění kritického bodu 3 v erozně aktivní oblasti (zdroj: mapy.cz)

Pro takto zvolené kritické body byly na základě topografie terénu stanoveny jejich povodí a teoretické údolnice drah soustředěného povrchového odtoku. Povodí byla dále rozdělena údolnicí na dvě subpovodí, pravé a levé, nutné pro výpočet typu „dva svahy“. To vše bylo zpracováno v programu ArcGIS a následně byly vypočteny nástrojem Calculate Geometry jejich parametry (plochy povodí a délky údolnic). Další ze vstupů pro výpočet maximálních průtoků z povodí, sklon údolnice, byl spočítán jednoduše z její délky a výškového rozdílu jejích koncových bodů. Posledního topografického parametru (průměrného sklonu svahu subpovodí) bylo dosaženo pomocí zonální statistiky, kde bylo jako vstupního rastru využito dříve vygenerované vrstvy sklonitostních poměrů.

Poslední tři parametry nutné pro doplnění do výpočtu srážkoodtokového procesu souvisí s krajinným pokryvem a předchozími vláhovými podmínkami v povodí. Typ CN křivky, který vyjadřuje předchozí vláhové podmínky, konkrétně úhrn srážek za 5 předchozích dnů, byl pro všechny výpočty shodně zvolen pro kompromisní variantu druhého typu, tedy srážkový úhrn o 13 – 28 mm v mimovegetačním a 36 – 53 mm ve vegetačním období.

Hodnoty součinitele drsnosti γ byly pro jednotlivé varianty vegetačního krytu zpracovány výběrem z doporučených hodnot v závislosti na způsobu využívání půdy a hydrologických podmínkách lesa, které jsou přímou součástí programu DesQ – MaxQ a jejich přenásobením dílčí plochou.

Průměrná čísla CN křivek (více o metodě CN křivek v následující podkapitole 3.5.1.) byla spočítána znovu v komerčním softwaru ArcGIS. Na základě kódu BPEJ se zjistí z hlavních půdních jednotek pomocí převodní tabulky hydrologické skupiny půd (HSP) (pozn. rozložení HSP po katastrálním území Velké Hostěrádky je možno vidět na obr. 11 tohoto dokumentu). Pro výpočet CN křivek bylo využito vektorové vrstvy pokryv, která znázorňuje nejen prvky zařazené do LPIS, ale i veškeré další plochy vyskytující se v povodí, jako je intravilán, komunikace či lesy (obr. 15 - současné využití krajiny v k.ú. Velké Hostěrádky). Každé kombinaci HSP a kultury náleží vždy jedno konkrétní odtokové číslo CN, tak jak ukazuje tabulka č. 6, které bylo v našem případě využito. Následně byla znovu vrstva pokryvu převedena na základě sloupce atributové tabulky s hodnotami CN na rastr a ten byl následně podroben zonální statistice.

Tab. 6 Určení kódů daného využití území a určení čísla CN [39]

	CN			HSP				
				A	B	C	D	N
LPIS	2	lpis - orná půda	R	72	81	88	91	83
	3	lpis - chmelnice	C	72	81	88	91	83
	4	lpis - vinice	V	72	81	88	91	83
	6	lpis - ovocný sad	S	72	81	88	91	83
	7	lpis - travní porost	T	49	69	79	84	70
	9	lpis - jiná kultura	O	59	74	82	86	72
	99	lpis - zalesněno	L	45	66	77	83	67
lesy	21	les - porost bez rozlišení	LPOR	36	60	73	79	62
	22	les - bezlesí	LBEZ	45	66	77	83	68
	23	les - jiné pozemky (většinou lesní cesty)	LJIN	59	74	82	86	76
	24	les - ostatní	LOST	45	66	77	83	68
	26	les - porost st.1-dobré podm.	LPOR1	30	55	70	77	58
	27	les - porost st.2-střední podm.	LPOR2	36	60	73	79	62
	28	les - porost st.3-špatné podm.	LPOR3	45	66	77	83	68
ostatní	30	ostatní	OST	59	74	82	86	72
	31	intravilán	INT	59	74	82	86	75
	32	silnice, dálnice	SIL	98	98	98	98	98
	33	železnice vč. náspu	ZEL	59	74	82	86	75
	34	vodní plocha	VPL	-1	-1	-1	-1	-1
návrhy	141	záchytné průlehy	ZPRU	49	69	79	84	70
	142	protierozní meze	PMEZ	49	69	79	84	70
	161	vylouč. pěst. erozně nebezpečných plodin	VENP	63	75	83	87	77
	162	protierozní agrotechnik -širokoř. kultury	PEAGT	64	74	81	85	76
	163	vylouč. pěst. erozně nebezpečných plodin a	VENP2	60	72	80	83	74
	171	plošné TTP	TTP	49	69	79	84	70
	172	stabilizace drah soustředěného odtoku	SDSO	39	61	74	80	64
	173	zasakovací pásy	ZPAS	39	61	74	80	64
	174	ochranné pásy podél toků	OPTOK	49	69	79	84	70
	175	zatravnění na speciálních kulturách	TTPS	49	69	79	84	70
	210	lesnicko pěstební opatření	LPO	30	55	70	77	58
	340	nádrže	VN	-1	-1	-1	-1	-1
	350	ochranné nádrže	ON	-1	-1	-1	-1	-1
	430	řízená inundace-zóny rozlivu	ZORO	49	69	79	84	70

The screenshot shows the DesQ-MAX Q software interface. The main window displays the project file path: C:\Users\Danda\Documents\Diplomová práce\Diplomka_DesQ\Projekty\SS_KB1.qnp. The interface is divided into several sections:

- Parametry výpočtu (Calculation Parameters):** Includes dropdowns for 'Typ povodí' (Dva svahy) and 'Varianta' (Varianta I). A 'Vypočítej' button is present.
- Popis projektu (Project Description):** A text area containing 'Velké Hostěrádky', 'Varianta 3 - AGT2', and 'Subpovodí KB1'.
- Povodí (Catchment):** A table of parameters:

Délka údolnice [km]	1.935
Sklon údolnice [%]	5.26
1-denní maximální srážkový úhrn pro N = 5 [mm]	47.5
1-denní maximální srážkový úhrn pro N = 10 [mm]	55.1
1-denní maximální srážkový úhrn pro N = 20 [mm]	63.0
1-denní maximální srážkový úhrn pro N = 50 [mm]	72.7
1-denní maximální srážkový úhrn pro N = 100 [mm]	80.3
- Dva svahy (Two Slopes):** A table comparing parameters for 'Levý' (Left) and 'Pravý' (Right) slopes:

	Levý	Pravý
Plocha svahu [km ²]	1.339	0.946
Sklon svahu [%]	11.79	13.45
Drsnost γ [s]	7.5	9.1
Typ CN křivky [1,2,3]	2	2
Číslo CN křivky [40-100]	74.48	73.58

Obr. 20 Ukázka úvodní strany programu DesQ s modelovým zadáním jedné z variant řešení

3.5.1. Metoda čísel odtokových křivek CN

Základními údaji pro návrh protierozních opatření jsou hodnoty objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku. Hydrologické studie určující základní parametry odtoku by měly vycházet z dlouhodobě sledovaných průtoků v uzavřených profilech povodí. Takové údaje jsou však zejména v malých povodích zřídka k dispozici. Tam kde jsou, nemusí být směrodatné, pokud došlo ke změně způsobu využívání půd. Potřebné návrhové parametry jako je objem odtoku, je tedy nutno obstarat jinak.

Postihnout tento složitý srážkoodtokový vztah se snažila a snaží řada autorů. Služba na ochranu půdy v USA zavedla v této souvislosti tzv. metodu čísel odtokových křivek – CN. Jedná se o model s poměrně snadno dosažitelnými vstupy a při tom dostatečně přesný, použitelný pro prognózování povrchového, správněji řečeno přímého odtoku způsobeného přívalovým deštěm z povodí o ploše do 10 km².

Přímý odtok zahrnuje odtok povrchový a část odtoku hypodermického. Podíly těchto odtoků se oceňují právě pomocí čísel odtokových křivek CN. K hypodermickému odtoku, podílejícímu se na přímém odtoku, dochází tehdy, když do půdy infiltrovaná voda stéká po mělce uložené, málo propustné vrstvě a vyvěrá zpět na povrch, na rozdíl od základního odtoku, na jehož tvorbě se podílí voda, která infiltruje až k hladině podzemní vody a vtéká do koryt toků. Tento základní odtok se objevuje zřídka natolik brzo po přívalovém dešti, aby měl vliv na velikost povodňové vlny z přívalu. CN je tedy současně i ukazatelem pravděpodobnosti typu odtoku. Čím větší CN, tím je pravděpodobnější, že se jedná o odtok povrchový. Odtok vody je ovlivněn obecně množstvím srážek, infiltrací vody do půdy, vlhkostí půdy, druhem vegetačního pokryvu, nepropustnými plochami a retencí povrchu.

Základním vstupem metody odtokových křivek je srážkový úhrn návrhového deště zvolené doby opakování, za předpokladu jeho rovnoměrného rozdělení na ploše povodí. Objem (výška) srážek je transformován na objem (výšku) odtoku pomocí čísel odtokových křivek – CN. Jejich hodnoty jsou závislé na hydrologických vlastnostech půd, vegetačním pokryvu, velikosti nepropustných ploch, intercepci a povrchové retenci.

Čísla odtokových křivek (CN) jsou určena podle:

- a) hydrologických vlastností půd rozdělených do 4 skupin: A, B, C, D na základě minimální rychlosti infiltrace vody bez pokryvu po dlouhodobém sycení
- b) využití půdy, vegetačního pokryvu, způsobu obdělávání a uplatnění protierozních opatření

Změnou hodnot CN zavedením protierozních opatření, způsobem využití půdy, způsobem obdělávání, druhem a množstvím vegetačního pokryvu lze tedy dosáhnout změny v objemu odtoku z povodí. [40]

3.6. Popis jednotlivých variant řešení

V rámci této diplomové práce se stávající stav využití území v k.ú. Velké Hostěrádky (Varianta 1) podrobil analýze a srovnání s dalšími pěti návrhovými variantami krajinného managementu. Jednotlivé obměny hospodaření na zdejší zemědělsky využívané půdě byly vybrány tak, aby pokryly co nejširší spektrum možností. Porovnávají proto od relativně jednoduše dosažitelné a u zemědělců snad i prosaditelné kompromisní varianty „AGT 1“ přes pravděpodobně optimální návrh z programu AdaptaN až po relativně radikální řešení zatravnění všech pozemků ZPF v rámci varianty řešení „TTP“. Na dalších řádcích této kapitoly následuje stručný popis jednotlivých variant řešení.

3.6.1. Varianta 1 – Stávající stav (SS)

První varianta se zabývá čistě vyhodnocení krajiny za stávajících podmínek. Tato varianta byla zpracována na základě dostupných podkladů, jako jsou kódy BPEJ, LPIS, data VÚV TGM, ZABAGED® a zejména výškopisného zaměření území, které sloužilo jako zdroj pro tvorbu digitálního modelu terénu, tak jak je popsáno výše.

Zhodnocení stávajícího stavu území je důležité hned ze dvou hledisek. Jednak vypovídá o aktuální ohroženosti zkoumané lokality vodní erozí a ukazuje její současné odtokové poměry, a potom také slouží jako výchozí stav pro analýzu srovnávání s dílčími navrženými opatřeními v rámci dalších variant. Toto zhodnocení může taktéž v mnoha případech zapůsobit jako výrazné varování a spouštěcí mechanismus pro případné změny v myšlení hospodařících subjektů a v samotném přístupu v péči o krajinu.

V současnosti je krajina využívána velmi intenzivně. V k.ú. Velké Hostěrádky se kromě významného plošného zastoupení lesa (asi 44 % pokryvu) nachází velká plocha orné půdy, která byla navíc až na výjimky za minulého režimu zcelena do velkých lánů. Plocha orné půdy zabírá skoro 43 % výměry k.ú. a spolu se zdejší výraznou sklonitostí terénu vytváří nadstandardní podmínky pro častý výskyt erozních událostí. Kromě 78 ha (z celkových více než 10,5 km², tedy asi 7,4 % rozlohy), které dohromady zabírají kultury s kódem 2100 a 2300 (tedy zjednodušeně zahrady domů v obci Velké Hostěrádky) už nevykazuje žádná další kategorie pokryvu významnější zastoupení.

Na východě území se vyskytují rozsáhlé terasy, rozdělené mezemi se stromy i keři, na kterých jsou také plochy orné půdy. Ve vedlejším katastrálním území (Dambořice) jsou tyto terasy využity k pěstování vinné révy. Podrobné rozdělení pokryvu za stávajícího stavu v území ukazuje tab. 7.

Bližší zhodnocení varianty se nachází, i spolu se srovnáním s dalšími modifikacemi možného krajinného managementu dané lokality, v sekci s výsledky studie. Podrobně je využití krajiny ve variantě jedna zobrazeno na obr. 15, jež je součástí kapitoly 2.7 Vývoj land-use (využití krajiny).

Tab. 7 Analýza stávajícího stavu krajinného pokryvu na území k.ú. Velké Hostěrádky

ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO STAVU KRAJINNÉHO POKRYVU			
KÓD POKRYVU	KATEGORIE POKRYVU	PLOCHA	PLOCHA
		[ha]	[%]
2	orná půda	453,5	42,88
4	vinice	11,4	1,07
6	ovocný sad	1,1	0,10
7	trvalý travní porost	11,8	1,11
11	tráva na orné	1,2	0,11
1100	vodní plocha	1,4	0,13
1200	vodní tok užší než 5 m	1,4	0,13
2100	orná půda a ostatní dále nespecifikované plochy	39,0	3,69
2300	ovocný sad, zahrada	39,1	3,69
2600	okrasná zahrada, park	0,6	0,06
3100	lesní půda se stromy	464,8	43,95
3200	lesní půda s křovinatým porostem	4,3	0,40
4100	ostatní plocha v sídlech	6,3	0,60
4200	areál účelové zástavby	6,9	0,65
4400	hřbitov	0,5	0,04
6110	cesta udržovaná	3,1	0,29
6120	cesta neudržovaná	8,2	0,77
6240	silnice, dálnice - silnice II. a III. třídy	3,3	0,31

3.6.2. Varianta 2 – Agrotechnická opatření 1 (AGT1)

Další dvě varianty předkládají velmi podobný návrh managementu krajiny. Základem je stejný rastr krajinného pokryvu jako při stávajícím stavu, důraz je ovšem kladen na efektivní využití některých protierozních agrotechnik. Počítá se s výsevem plodin do ochranné plodiny, strniště či posklizňových zbytků. Tyto techniky využívají zásady, že s množstvím vegetačního krytu na povrchu půdy roste protierozní účinek. Rostlinnými zbytky zdrsňený povrch pozemku zpomaluje povrchový odtok a zlepšuje podmínky pro zasakování srážek. Pro ornou půdu na zvlášť strmých svazích navíc platí vyloučení erozně nebezpečných plodin, jako jsou brambory, řepa, sója, slunečnice, čirok či kukuřice. Taktéž se počítá s agrotechnologií ve speciálních kulturách, ovocných sadech a vinicích, které při konvenčním postupu pěstby nedostatečně chrání půdu a mají velmi vysoký faktor $C = 0,44$. V tomto případě se jedná o jejich zatravnění, zejména zatravnění meziřadí, které zajistí vegetační kryt půdy plodinou s vysokým protierozním účinkem. Toto opatření má ale bohužel i negativní důsledky, protože vlivem tohoto vegetačního krytu dochází k větší evapotranspiraci a tím se snižuje množství půdní vody přímo využitelné speciální kulturou. Pro tyto účely se v návrhu počítá s doplňkovou závlahou pro některé vytypované pozemky. Tyto opatření mají v návrhu obecně vliv na faktor C (faktor ochranného vlivu vegetace), jehož hodnota je snížena. [41]

3.6.3. Varianta 3 – Agrotechnická opatření 2 (AGT2)

Tato varianta představuje nadstavbu k variantě AGT1 (viz výše), kterou doplňuje o další organizační opatření, konkrétně protierozní směr výsadby, což v sobě spojuje vrstevnicové řádkování (tedy orbu po vrstevnici) na orné půdě a výsadbu speciálních kultur v malém podélném sklonu šikmo ke směru vrstevnic (max 30 %). Takto popsané opatření sníží povrchový odtok, zvýší schopnost půdy zasakovat srážkovou vodu do půdy a sníží erozi. Dojde ke snížení hodnoty faktoru účinnosti protierozních opatření “P” až na hodnotu 0,8. [41]

3.6.4. Varianta 4 – Trvalé zatravnění (TTP)

Čtvrtá varianta představuje to vůbec nejradikálnější řešení, které je vedle ochranného zalesnění možné v povodí aplikovat. V této optimalizaci se jedná o ochranné zatravnění. To se aplikuje obvykle na orné půdě větších sklonů, ve větších nadmořských výškách, případně je ho doporučeno aplikovat na plochu s mělkou půdou (do 30 cm hloubky půdní vrstvy). V rámci naší studie je navrženo ve variantě TTP trvalé ochranné zatravnění orné půdy i speciálních kultur, což vede teoreticky k enormnímu snížení hodnot průměrného erozního smyvu i maximálních průtoků v drahách soustředěného povrchového odtoku. Účinnost opatření se projeví snížením faktoru “C” až na hodnotu 0,005. [41]

3.6.5. Varianta 5 – Opatření programu AdaptaN (AdaptaN)

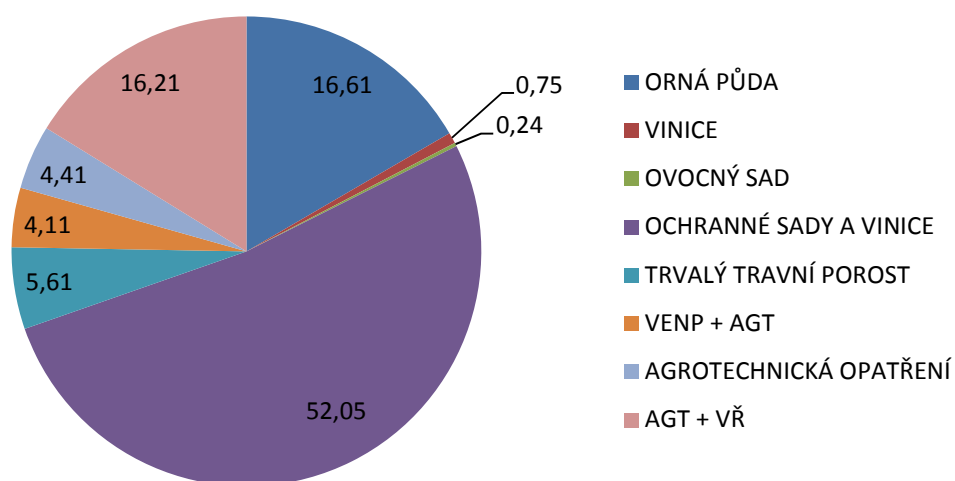
Tato varianta nabízí optimalizovaný produkt krajinného managementu v k.ú. Velké Hostěradky, který vznikl v rámci řešení projektu AdaptaN. Jde o víceoborový projekt, do kterého je zapojeno 5 odborných pracovišť. Konkrétně VUT, VÚV TGM, ÚZEI, Ekotoxa s.r.o. a NIBIO. Ambicí tohoto projektu je vypracovat návrhy opatření strategie v sektoru zemědělství, lesnictví a územně plánovacích agend pro adaptaci řešeného území na negativní dopady změny klimatu, zejména na přívalové srážky a sucho.

V rámci tohoto řešení byl navržen soubor komplexních protierozních opatření v povodí, který má za úkol snížit průměrnou ztrátu vodní erozí. Vedle nového rozmístění kultur, prvků ochranného zatravnění či jiných agrotechnických opatření (vyloučení erozně nebezpečných kultur, protierozní agrotechnologie na orné půdě) byla navržena celá řada technických opatření, jako např. zasakovací pásy, protierozní průlehy a meze, stabilizace drah soustředěného povrchového odtoku a několik protierozních nádrží. Tyto prvky mají v krajině obecně výrazně nižší vliv na plošný erozní smyv, než plošná opatření a nebylo s nimi při výpočtech erozních smyvů v rámci této diplomové práce počítáno. Přehled všech navržených opatření z programu AdaptaN v řešeném katastrálním území je zobrazen na obr. 21. Výkazy výměr jednotlivých navržených kultur jsou zobrazeny přehledně v příloženém koláčovém grafu. Podstatnou část varianty 5 tvoří návrh nových ochranných sadů a vinic. Sady do kulturní krajiny na jižní Moravě neodmyslitelně patří, jak ukazuje i historická mapa (obr. 13). Protože je

v posledních letech výnosnost z ovoce velmi špatná, pěstitelé na to reagují. Mnoho ovocných stromů je každoročně vykáceno a přednost dostává často orná půda. Řada podniků co pěstovala ovoce tak nyní pěstuje vinnou révu. Počítá se proto s tím, že zemědělci dají přednost právě révě. [42]

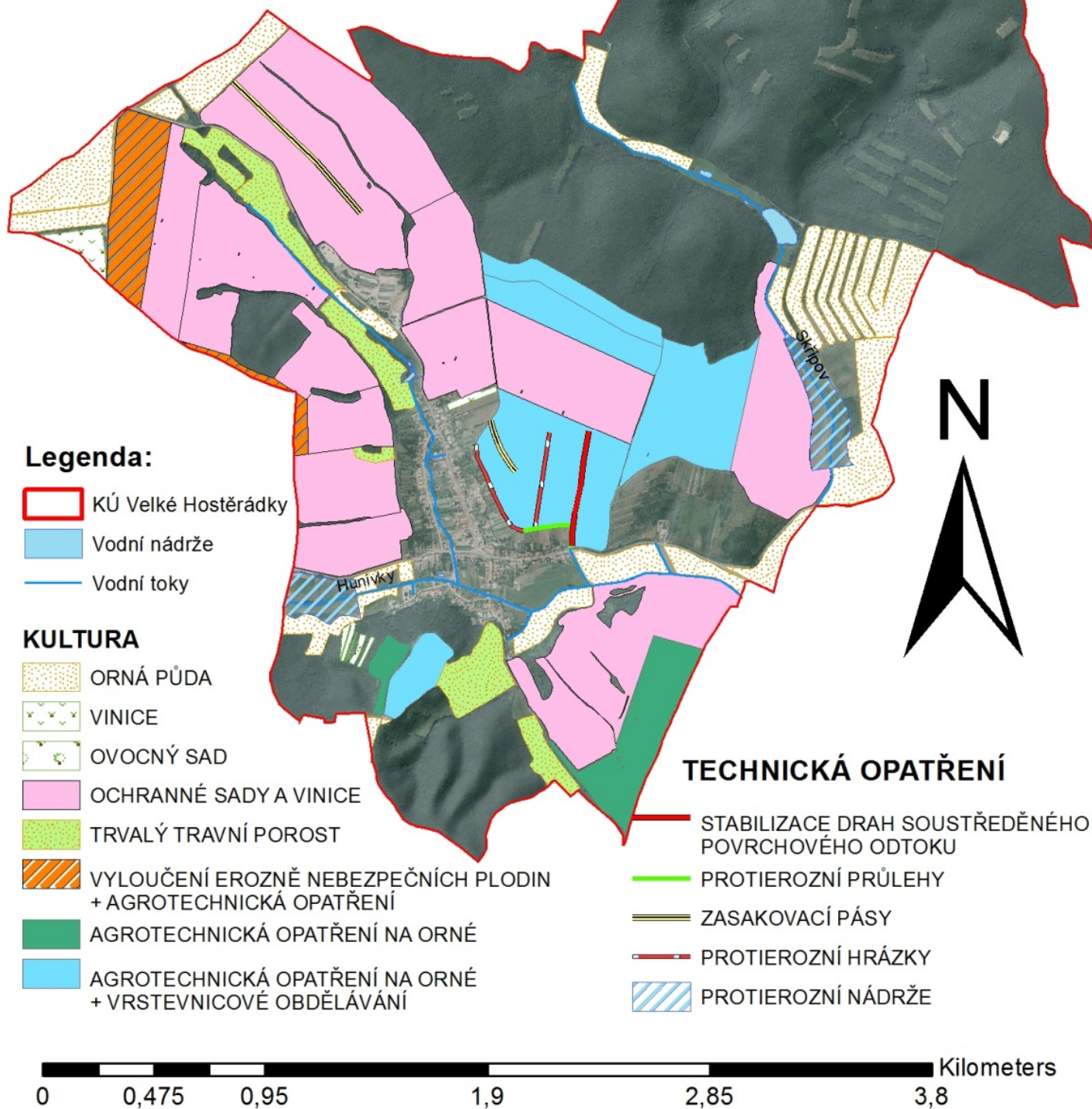
Graf 1 Plošné zastoupení kultur a způsobu hospodaření při variantě 5 AdaptaN

**PROCENTUÁLNÍ PLOŠNÉ ROZLOŽENÍ TYPU KULTURY A
ZPŮSOBU HOSPODAŘENÍ - VARIANTA 5 ADAPTAN**



VELKÉ HOSTĚŘÁDKY - VARIANTA 5 - ADAPTAN

1:25 000



Obr. 21 Mapa navržených protierozních opatření varianty 5 – AdaptaN

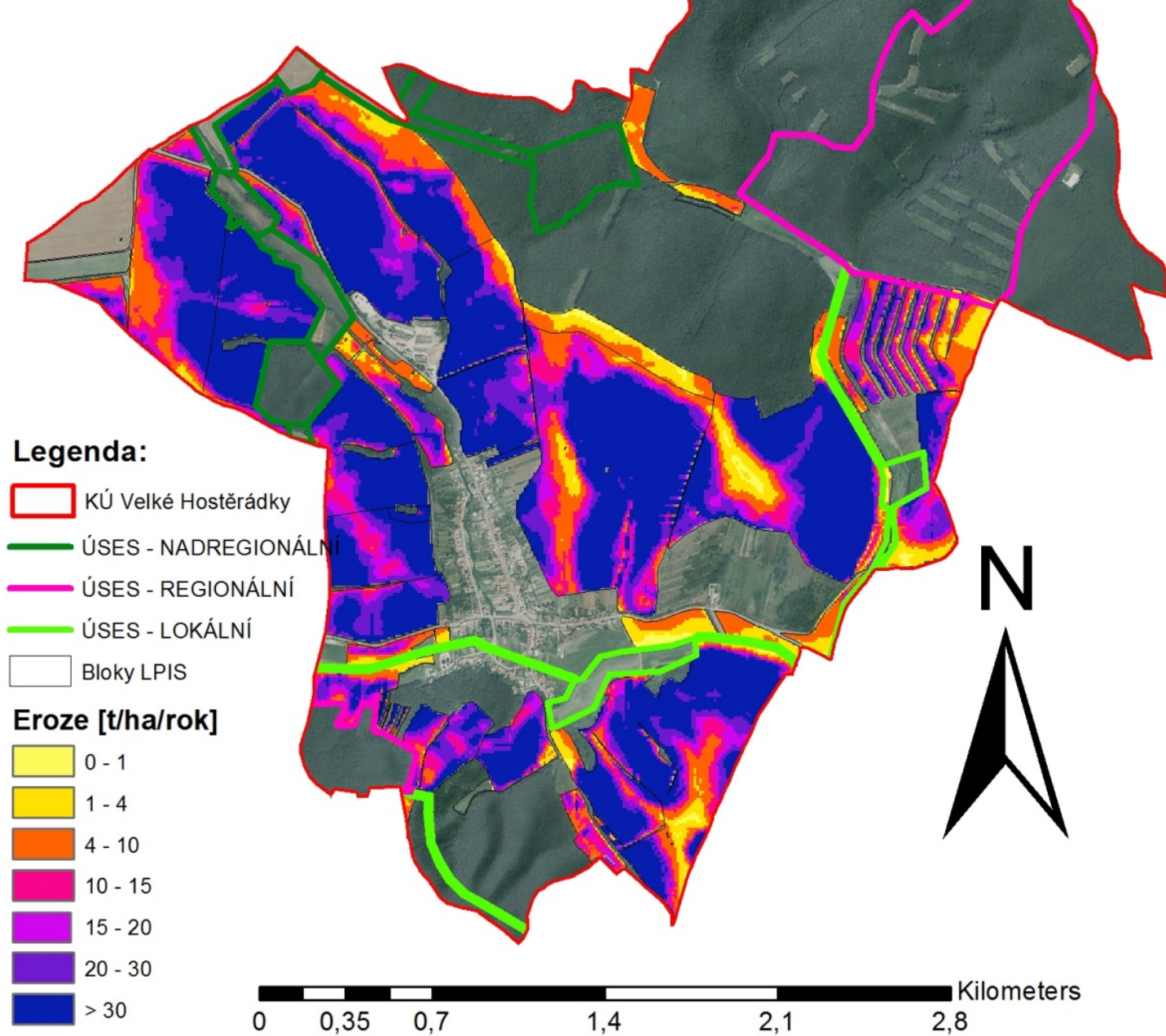
3.6.6. Varianta 6 – Územní systém ekologické stability (ÚSES)

Poslední řešenou variantou je implementace Územního systému ekologické stability (ÚSES), který definuje zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v § 3 písm. a) jako vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. Jejich cílem je zejména vytvoření sítě relativně ekologicky stabilních území, ovlivňujících příznivě okolní ekologicky méně stabilní krajinu, zachování či znovuoobnovení přirozeného genofondu krajiny a zachování či podpoření rozmanitosti původních biologických druhů a jejich společenstev (biodiverzity). [43]

ÚSES není primárním prostředkem protierozní či protipovodňové ochrany, je tedy otázkou, do jaké míry je schopen tento prvek posloužit tomuto účelu (protierozní ochraně), pro nějž není navrhován. V rámci našeho území je proveden kompletní návrh ÚSES, tedy jak místní, tak regionální i nadregionální úroveň. Plochy ÚSES zasahující do parcel zemědělské půdy LPIS byly z tohoto registru vyjmuty a byly započítány do protierozní ochrany. Jak je vidět na obr. 22, týká se toto pouze relativně malé lokality na západě území, kam zasahuje nadregionální koridor ÚSES. Konkrétně se jedná asi o 13,5 ha půdy, která byla vyjmuta z plochy zemědělského půdního fondu. Kromě tohoto opatření bylo v rámci varianty 6 postupováno jako při zhodnocení lokality ve stávajícím stavu.

VELKÉ HOSTĚŘÁDKY - ÚSES VODNÍ EROZE, $R = 40$

1:25 000



Obr. 22 Mapa průměrného erozního smyvu při $R = 40$ a opatřeních ÚSES, varianta 6

4. Výsledky

4.1. Analýza průměrného ročního erozního smyvu v katastrálním území Velké Hostěrádky

Na základě dostupných podkladů bylo území celého k.ú. podrobena důkladnému rozboru a byly propočítány všechny faktory univerzální rovnice erozního smyvu pro jednotlivé varianty řešení. Tyto faktory byly poté mezi sebou pronásobeny dle metodiky (Wischmeier, Smith, 1978 [32]) vždy ve třech modifikacích faktoru erozní účinnosti deště $R = 40, 50, 60 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$. Výsledné rastry hodnot průměrného erozního smyvu ze zemědělsky využívaných ploch byly dále tabelovány a zhodnoceny vůči blokům LPIS. Podrobná analýza byla provedena pro bloky s výměrou větší pěti hektarů, konkrétně 21 pozemků o celkové výměře 400 ha, které jsou všechny v současnosti využity jako orná půda. Tabulka č. 8 souhrnně hodnotí průměrný roční erozní smyv půdy v rámci jednotlivých variant a modifikací R faktoru. Tabulka také vykazuje průměrnou hodnotu čísla CN křivky, která se mění v závislosti na pokryvu a využitých zemědělských technologiích. Poslední řádek tabulky představuje srovnání procentuálního množství vodní eroze vůči současnému stavu. Tento jev je pro lepší představu graficky znázorněn na grafu 2.

Na následujících stranách je nejprve ukázka výstupu layoutů z programu ArcGIS, konkrétně zhodnocení průměrných účinků vodní eroze ve stanoveném území na zemědělsky využívaných plochách a k nim jsou vždy tabelovány hodnoty pro jednotlivé bloky LPIS s výměrou 5 ha a větší. Tento postup se opakuje pro všechny zamýšlené varianty. Tabulky obsahují vždy zhodnocení všech modifikací dané varianty, zatímco grafický výstup obrázkem zobrazuje rastr erozního smyvu v území pro modifikaci řešení s faktorem erozní účinnosti deště rovné $40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$.

Layout pro poslední variantu ÚSES je vyobrazen již v rámci obrázku č. 22, tudíž pro tuto variantu je v této kapitole uvedena pouze tabulka s analýzou. Naopak pro ilustraci účinků faktoru R jsou pro první variantu v rámci tohoto textu vloženy grafické výstupy ve všech třech počítaných obměnách.

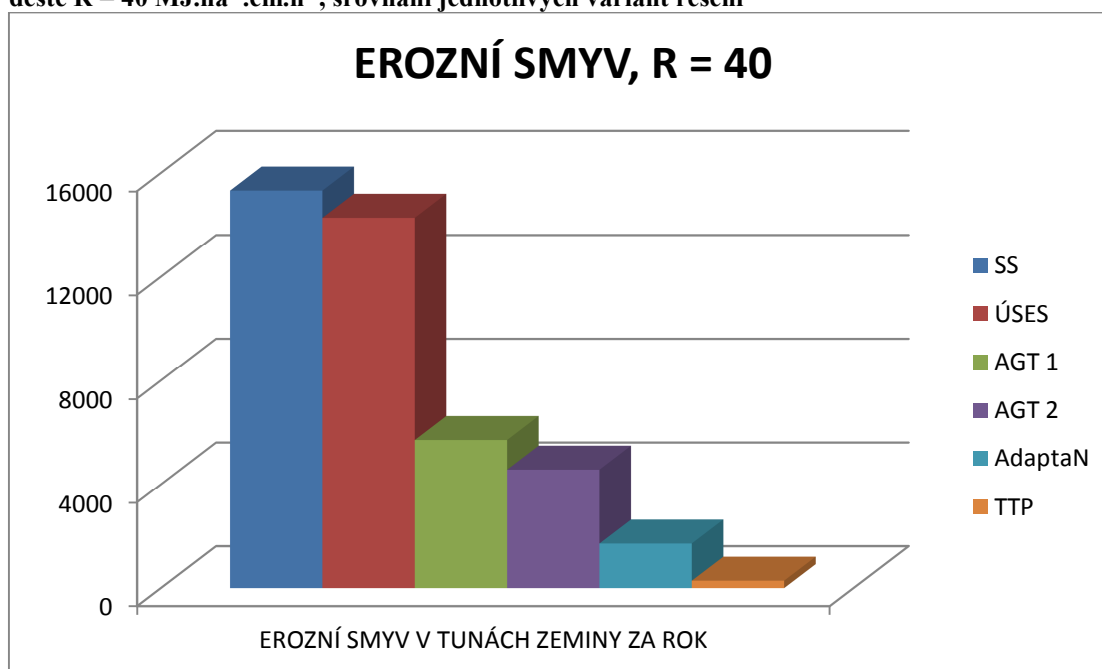
Tab. 8 Analýza stávajícího stavu krajinného pokryvu na území k.ú. Velké Hostěrádky

CHARAKTERISTIKY BLOKŮ LPIS NAD 5 HEKTARŮ							
VELIČINA	JEDNOTKA	VARIANTA					
		SS	AGT 1	AGT 2	TTP	AdaptaN	ÚSES
VÝMĚRA	[ha]	400,20	400,20	400,20	400,20	400,20	386,81
VÝMĚRA	[%] k SS	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	96,65
Ø CN	[-]	81,62	74,64	74,64	69,87	72,03	81,30
Ø CN	[%] k SS	100,00	91,45	91,45	85,61	88,26	99,60
$G_{R=40}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	38,29	14,27	11,42	0,71	4,29	36,92
$G_{R=40}$	[t.rok ⁻¹]	15325,5	5712,5	4570,0	285,7	1715,1	14280,3
$G_{R=50}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	47,87	17,84	14,27	0,89	5,37	46,15
$G_{R=50}$	[t.rok ⁻¹]	19156,9	7140,6	5712,5	357,1	2147,2	17850,3
$G_{R=60}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	57,44	21,41	17,13	1,07	6,43	55,38
$G_{R=60}$	[t.rok ⁻¹]	22988,3	8568,8	6855,0	428,6	2572,7	21420,4
$G_{R=60}$	[%] k SS	100,00	37,27	29,82	1,86	11,19	93,18

kde: Ø CN je průměrné číslo CN křivky pro danou variantu

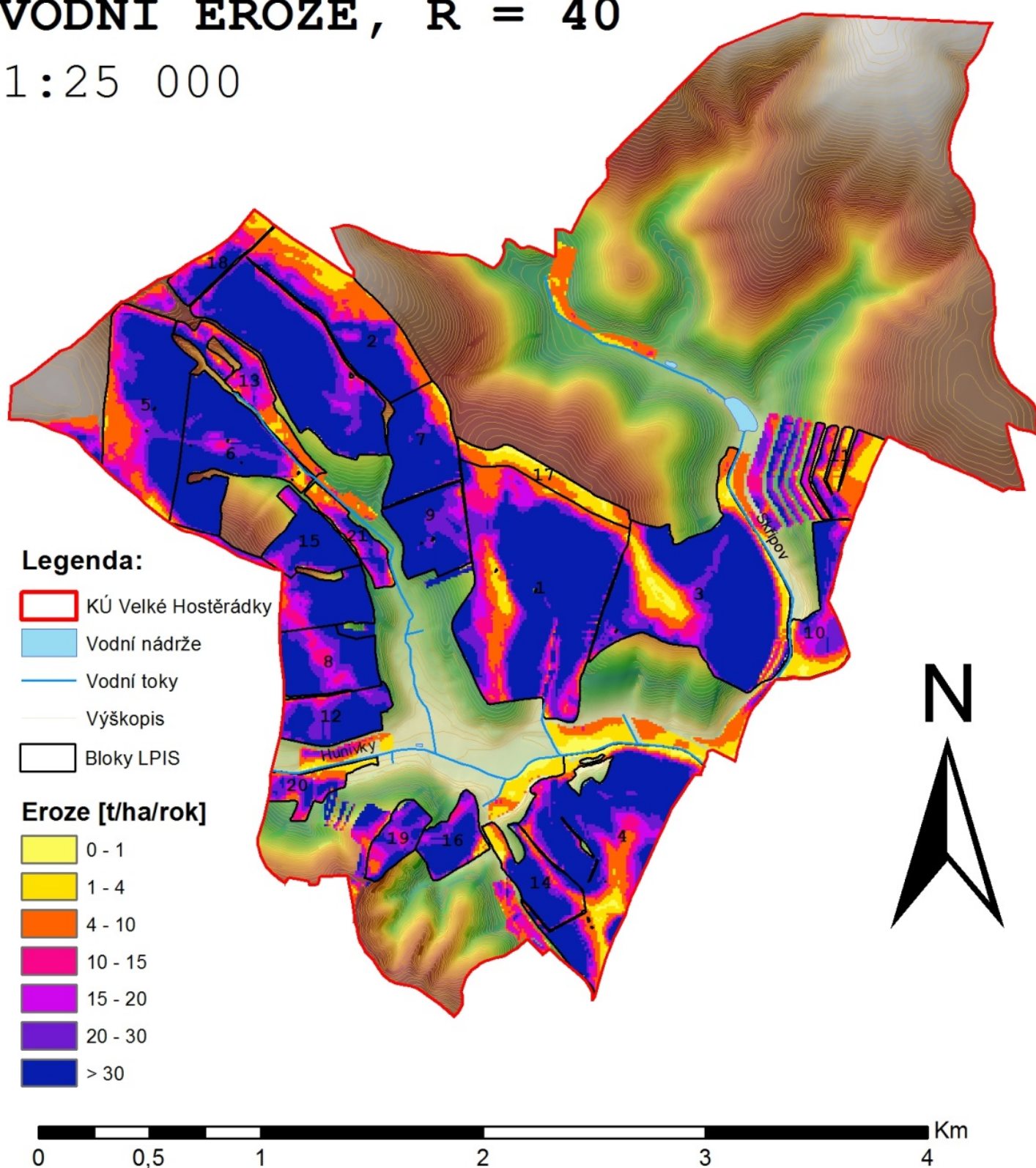
$G_{R=X}$ je průměrná roční ztráta půdy pro danou variantu a její modifikaci

Graf 2 Průměrný roční erozní smyv ze zemědělsky využívané půdy při faktoru erozní účinnosti deště $R = 40 \text{ MJ.ha}^{-1}.\text{cm.h}^{-1}$, srovnání jednotlivých variant řešení



VELKÉ HOSTĚRÁDKY – STÁVAJÍCÍ ST. VODNÍ EROZE, $R = 40$

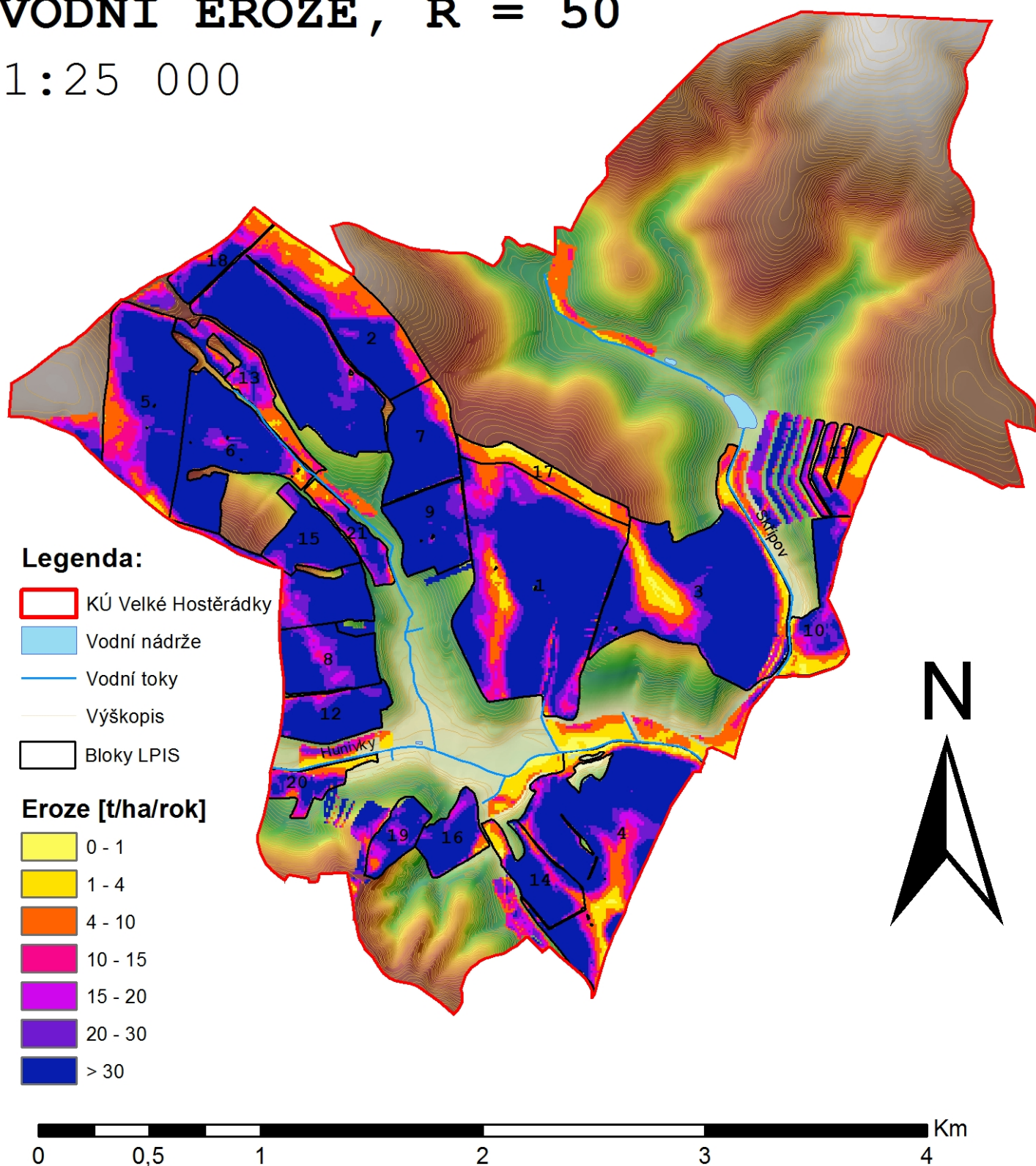
1:25 000



Obr. 23 Mapa průměrného erozního smyvu při $R = 40$, varianta 1 – stávající stav, podloženo vrstevnicovým zaměřením, digitálním modelem terénu a stínovaným reliéfem

VELKÉ HOSTĚRÁDKY - STÁVAJÍCÍ ST. VODNÍ EROZE, $R = 50$

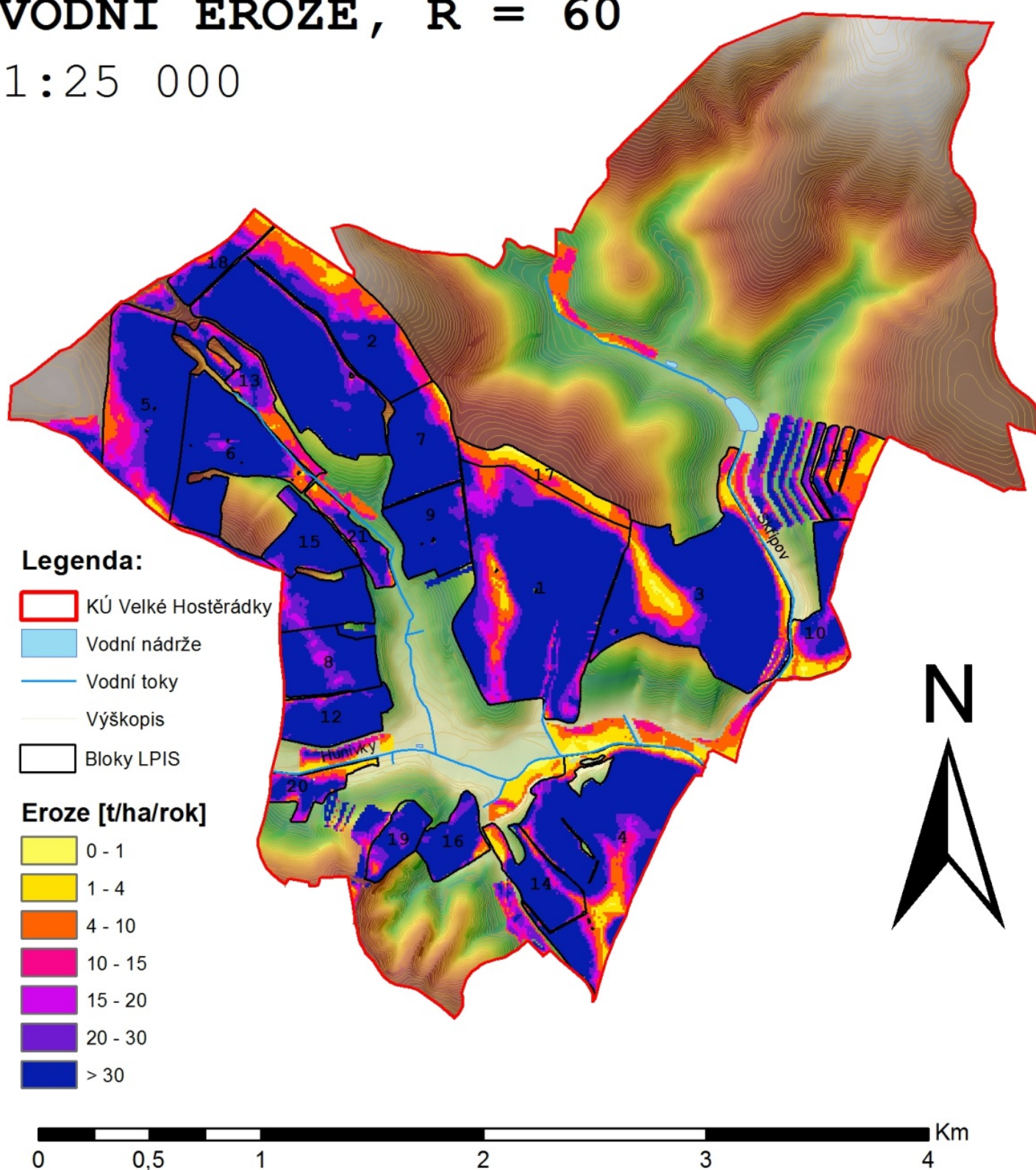
1:25 000



Obr. 24 Mapa průměrného erozního smyvu při $R = 50$, varianta 1 – stávající stav, podloženo vrstevnicovým zaměřením, digitálním modelem terénu a stínovaným reliéfem

VELKÉ HOSTĚRÁDKY – STÁVAJÍCÍ ST. VODNÍ EROZE, $R = 60$

1:25 000



Obr. 25 Mapa průměrného erozního smyvu při $R = 60$, varianta 1 – stávající stav, podloženo vrstevnicovým zaměřením, digitálním modelem terénu a stínovaným reliéfem

Tab. 9 Analýza průměrného erozního smyvu na zemědělsky využívané půdě, bloky LPIS s výměrou 5 ha a více, varianta 1 - stávající stav

VARIANTA 1 - STÁVAJÍCÍ STAV								
LPIS	VÝMĚRA	Ø CN	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}
	[ha]	[-]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]
1	61,45	81,74	43,50	2672,9	54,37	3341,2	65,25	4009,4
2	55,44	81,35	42,20	2339,8	52,76	2924,7	63,31	3509,7
3	47,44	82,52	43,11	2045,2	53,89	2556,5	64,67	3067,8
4	43,00	81,61	36,08	1551,4	45,10	1939,3	54,12	2327,2
5	40,00	80,99	38,28	1531,2	47,85	1914,0	57,42	2296,8
6	21,48	81,24	53,86	1156,9	67,32	1446,1	80,79	1735,3
7	13,57	82,37	49,60	673,0	62,01	841,2	74,41	1009,5
8	11,91	81,00	46,27	550,9	57,83	688,6	69,40	826,3
9	11,67	80,98	42,98	501,7	53,73	627,2	64,48	752,6
10	10,99	82,97	20,88	229,4	26,10	286,7	31,32	344,1
11	10,07	77,92	11,44	115,2	14,30	144,0	17,16	172,8
12	9,80	80,93	37,28	365,3	46,61	456,7	55,93	548,0
13	9,22	81,26	16,67	153,6	20,84	192,1	25,00	230,5
14	9,20	81,00	33,68	310,0	42,10	387,5	50,53	465,0
15	8,94	81,00	42,23	377,3	52,78	471,7	63,34	566,0
16	7,01	80,79	33,66	236,0	42,07	295,0	50,48	354,0
17	6,86	87,91	4,23	29,1	5,29	36,3	6,35	43,6
18	6,17	81,00	25,27	155,9	31,59	194,9	37,91	233,9
19	5,51	81,01	25,08	138,2	31,35	172,7	37,62	207,3
20	5,33	84,26	17,77	94,7	22,21	118,4	26,65	142,1
21	5,16	81,90	18,97	97,8	23,71	122,2	28,45	146,7
Σ	400,20	81,62	38,29	15325,5	47,87	19156,9	57,44	22988,3

kde:

LPIS je parcela zemědělsky využívané půdy registru půdy LPIS

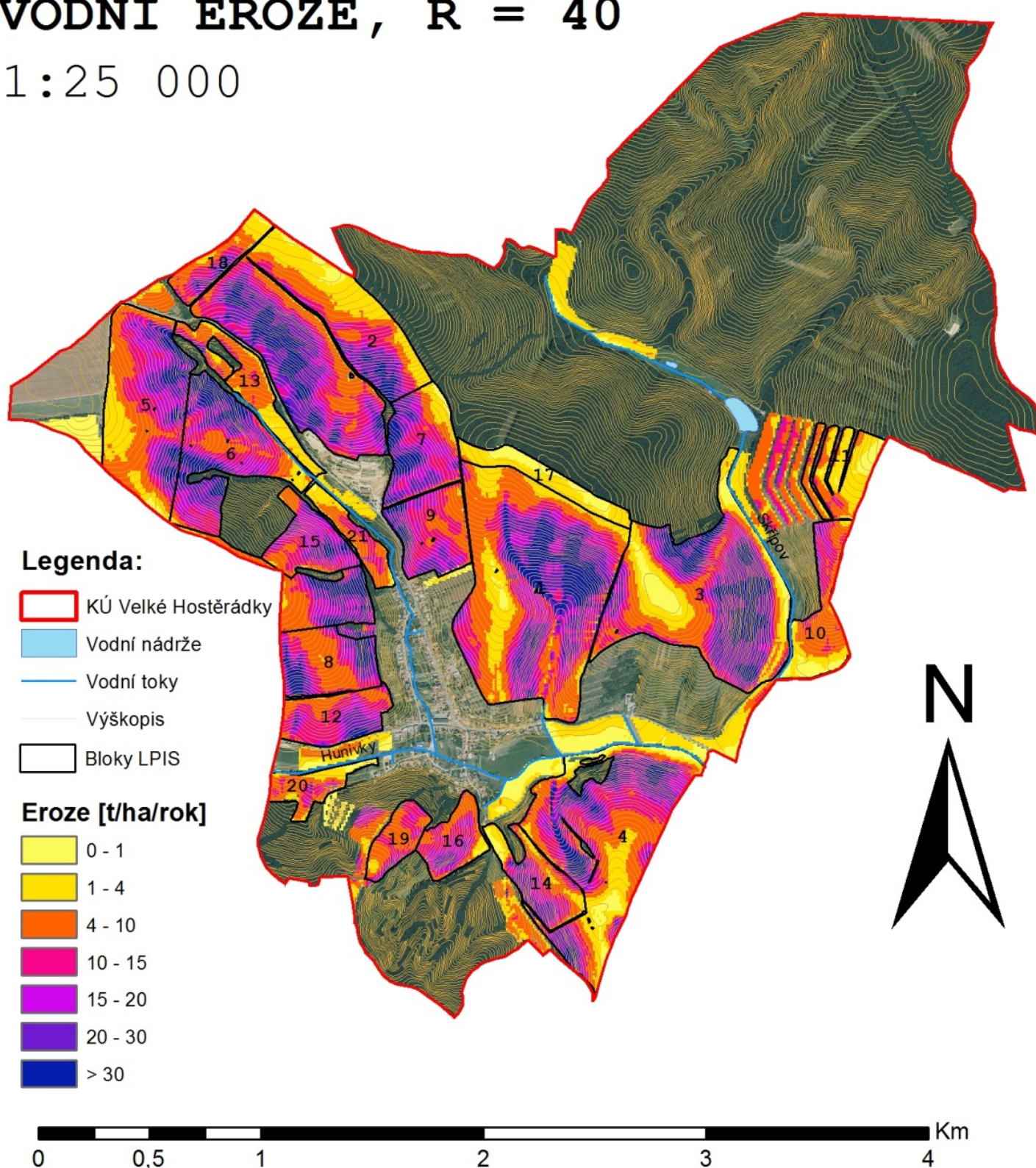
Ø CN je průměrné číslo CN křivky na dané ploše registru půdy LPIS

G_{R=X} je průměrná roční ztráta půdy pro danou plochu registru půdy LPIS a danou modifikaci

VELKÉ HOSTĚŘÁDKY – AGT 1

VODNÍ EROZE, $R = 40$

1:25 000



Obr. 26 Mapa průměrného erozního smyvu při $R = 40$, varianta 2 – agrotechnické opatření 1, podloženo výrazně vrstevnicovým zaměřením, digitálním modelem terénu a stínovaným reliéfem

Tab. 10 Analýza průměrného erozního smyvu na zemědělsky využívané půdě, bloky LPIS s výměrou 5 ha a více, varianta 2 – agrotechnická opatření 1

VARIANTA 2 - AGROTECHNICKÁ OPATŘENÍ 1								
LPIS	VÝMĚRA	Ø CN	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}
	[ha]	[-]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]
1	61,45	74,78	16,23	997,4	20,29	1246,8	24,35	1496,1
2	55,44	74,39	15,86	879,0	19,82	1098,8	23,78	1318,5
3	47,44	75,56	15,93	755,9	19,92	944,9	23,90	1133,9
4	43,00	74,62	13,37	574,9	16,71	718,6	20,05	862,3
5	40,00	74,00	14,85	594,0	18,56	742,5	22,27	891,0
6	21,48	74,25	20,05	430,8	25,07	538,4	30,08	646,1
7	13,57	75,55	17,93	243,2	22,41	304,0	26,89	364,8
8	11,91	74,00	17,48	208,1	21,85	260,1	26,21	312,1
9	11,67	74,00	15,63	182,4	19,53	228,0	23,44	273,6
10	10,99	75,98	7,48	82,2	9,35	102,7	11,22	123,3
11	10,07	70,58	3,66	36,9	4,58	46,1	5,49	55,3
12	9,80	74,00	14,05	137,7	17,56	172,1	21,07	206,5
13	9,22	74,33	5,93	54,7	7,41	68,3	8,89	82,0
14	9,20	74,01	12,16	111,9	15,20	139,9	18,24	167,9
15	8,94	74,00	16,08	143,7	20,09	179,6	24,11	215,5
16	7,01	74,00	12,31	86,3	15,39	107,9	18,47	129,5
17	6,86	80,92	1,49	10,2	1,86	12,8	2,23	15,3
18	6,17	74,00	9,72	59,9	12,14	74,9	14,57	89,9
19	5,51	74,01	9,58	52,8	11,98	66,0	14,37	79,2
20	5,33	77,39	6,50	34,6	8,12	43,3	9,75	52,0
21	5,16	74,89	6,98	36,0	8,72	45,0	10,47	54,0
Σ	400,20	74,64	14,27	5712,5	17,84	7140,6	21,41	8568,8

kde:

LPIS je parcela zemědělsky využívané půdy registru půdy LPIS

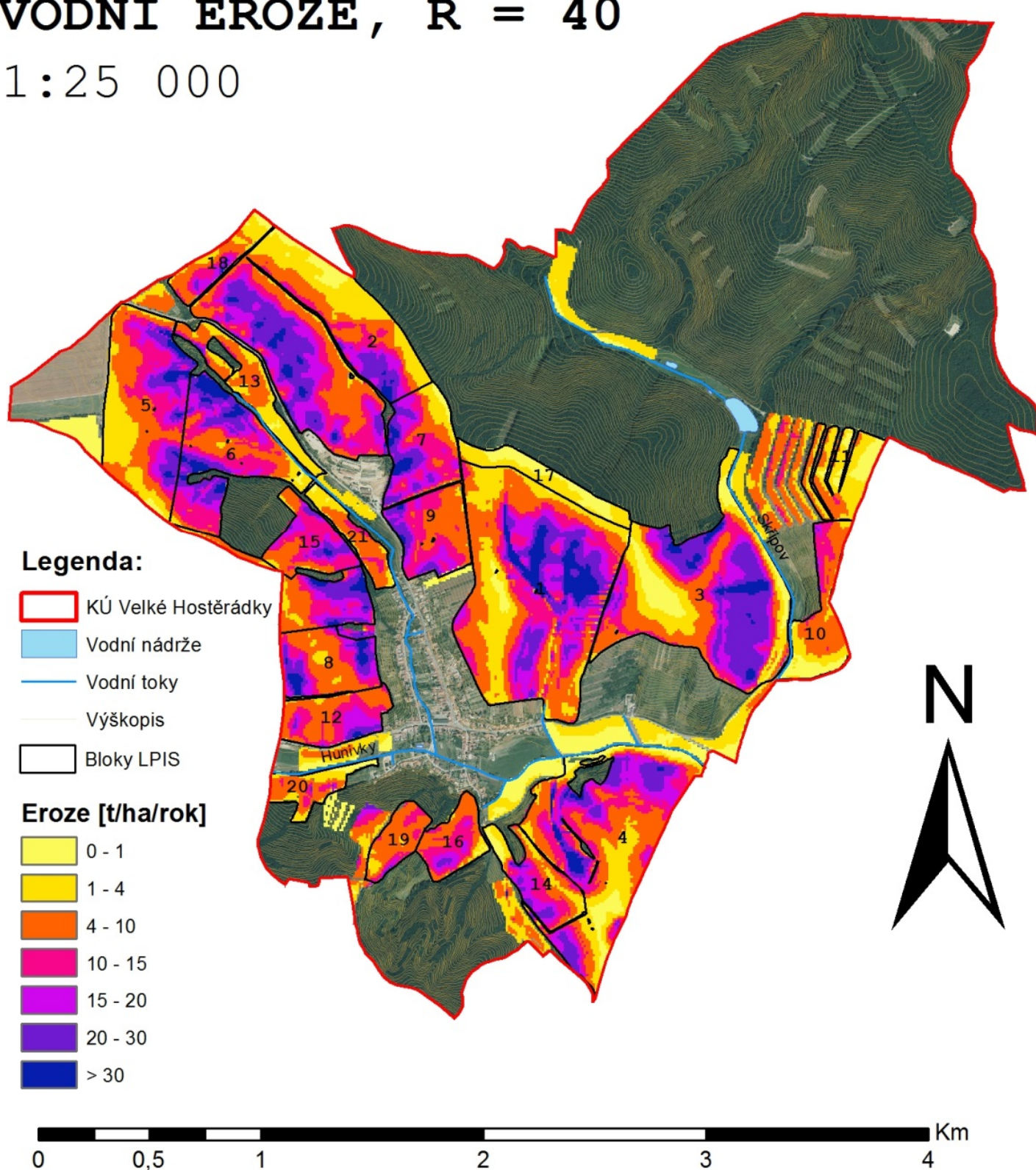
Ø CN je průměrné číslo CN křivky na dané ploše registru půdy LPIS

G_{R=X} je průměrná roční ztráta půdy pro danou plochu registru půdy LPIS a danou modifikaci

VELKÉ HOSTĚŘÁDKY – AGT 2

VODNÍ EROZE, $R = 40$

1:25 000



Obr. 27 Mapa průměrného erozního smyvu při $R = 40$, varianta 3 – agrotechnická opatření 2, podloženo vrstevnicovým zaměřením, ortofotomapou a stínovým reliéfem

Tab. 11 Analýza průměrného erozního smyvu na zemědělsky využívané půdě, bloky LPIS s výměrou 5 ha a více, varianta 3 – agrotechnická opatření 2

VARIANTA 3 - AGROTECHNICKÁ OPATŘENÍ 2								
LPIS	VÝMĚRA	Ø CN	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}
	[ha]	[-]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]
1	61,45	74,78	12,99	797,9	16,23	997,4	19,48	1196,9
2	55,44	74,39	12,68	703,2	15,86	879,0	19,03	1054,8
3	47,44	75,56	12,75	604,8	15,93	755,9	19,12	907,1
4	43,00	74,62	10,69	459,9	13,37	574,9	16,04	689,8
5	40,00	74,00	11,88	475,2	14,85	594,0	17,82	712,8
6	21,48	74,25	16,04	344,6	20,05	430,8	24,06	516,9
7	13,57	75,55	14,34	194,6	17,93	243,2	21,51	291,9
8	11,91	74,00	13,98	166,5	17,48	208,1	20,97	249,7
9	11,67	74,00	12,50	145,9	15,63	182,4	18,75	218,9
10	10,99	75,98	5,99	65,8	7,48	82,2	8,98	98,6
11	10,07	70,58	2,93	29,5	3,66	36,9	4,39	44,2
12	9,80	74,00	11,24	110,1	14,05	137,7	16,86	165,2
13	9,22	74,33	4,74	43,7	5,93	54,7	7,12	65,6
14	9,20	74,01	9,73	89,5	12,16	111,9	14,59	134,3
15	8,94	74,00	12,86	114,9	16,08	143,7	19,29	172,4
16	7,01	74,00	9,85	69,1	12,31	86,3	14,77	103,6
17	6,86	80,92	1,19	8,2	1,49	10,2	1,78	12,2
18	6,17	74,00	7,77	48,0	9,72	59,9	11,66	71,9
19	5,51	74,01	7,66	42,2	9,58	52,8	11,50	63,3
20	5,33	77,39	5,20	27,7	6,50	34,6	7,80	41,6
21	5,16	74,89	5,58	28,8	6,98	36,0	8,38	43,2
Σ	400,20	74,64	11,42	4570,0	14,27	5712,5	17,13	6855,0

kde:

LPIS je parcela zemědělsky využívané půdy registru půdy LPIS

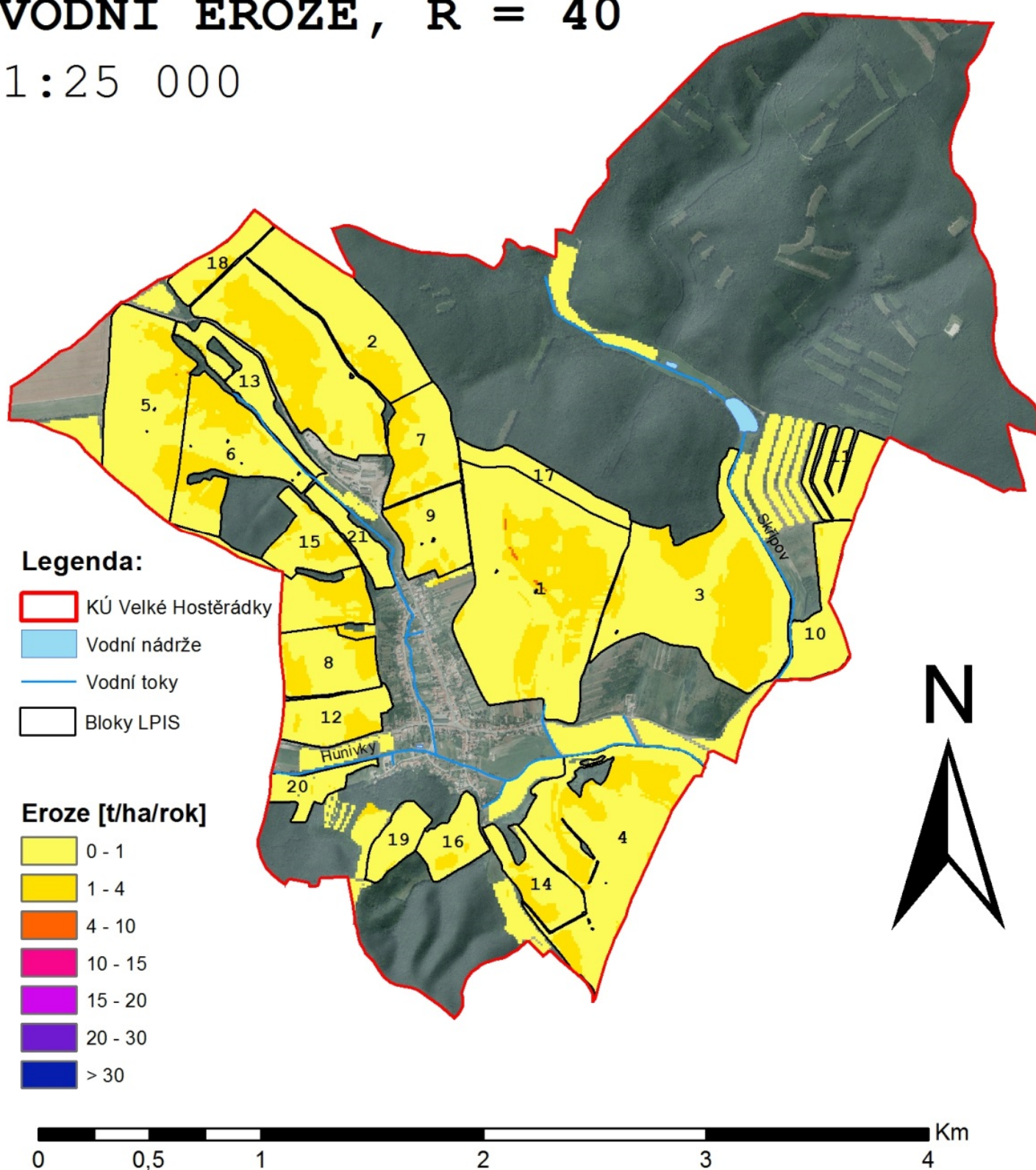
Ø CN je průměrné číslo CN křivky na dané ploše registru půdy LPIS

G_{R=X} je průměrná roční ztráta půdy pro danou plochu registru půdy LPIS a danou modifikaci

VELKÉ HOSTĚRÁDKY – TTP

VODNÍ EROZE, $R = 40$

1:25 000



Obr. 28 Mapa průměrného erozního smyvu při $R = 40$, varianta 4 – trvalé zatravnění, podloženo ortofotomapou a stínovaným reliéfem

Tab. 12 Analýza průměrného erozního smyvu na zemědělsky využívané půdě, bloky LPIS s výměrou 5 ha a více, varianta 4 – trvalé zatravnění

VARIANTA 4 - TRVALÉ ZATRAVNĚNÍ								
LPIS	VÝMĚRA	Ø CN	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}
	[ha]	[-]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]
1	61,45	70,14	0,81	49,7	1,01	62,3	1,22	74,8
2	55,44	69,54	0,79	43,7	0,99	54,6	1,18	65,5
3	47,44	71,24	0,81	38,4	1,01	47,8	1,21	57,4
4	43,00	69,89	0,67	28,8	0,84	35,9	1,00	43,1
5	40,00	69,01	0,72	28,8	0,90	36,0	1,08	43,2
6	21,48	69,35	1,01	21,7	1,26	27,1	1,52	32,6
7	13,57	71,14	0,92	12,5	1,15	15,6	1,38	18,7
8	11,91	69,00	0,87	10,4	1,09	12,9	1,30	15,5
9	11,67	69,02	0,80	9,3	1,00	11,7	1,20	14,1
10	10,99	71,82	0,38	4,2	0,48	5,3	0,57	6,3
11	10,07	62,15	0,20	2,0	0,25	2,5	0,30	3,0
12	9,80	69,04	0,69	6,8	0,86	8,5	1,04	10,1
13	9,22	69,49	0,29	2,6	0,38	3,5	0,46	4,3
14	9,20	69,02	0,61	5,7	0,77	7,1	0,93	8,5
15	8,94	69,00	0,79	7,1	0,98	8,8	1,18	10,5
16	7,01	69,15	0,63	4,4	0,78	5,5	0,94	6,6
17	6,86	78,88	0,08	0,6	0,10	0,7	0,12	0,8
18	6,17	69,00	0,47	2,9	0,59	3,7	0,71	4,4
19	5,51	69,01	0,46	2,6	0,57	3,2	0,69	3,8
20	5,33	73,87	0,33	1,7	0,41	2,2	0,50	2,6
21	5,16	70,27	0,35	1,8	0,44	2,3	0,53	2,7
Σ	400,20	69,87	0,71	285,7	0,89	357,1	1,07	428,6

kde:

LPIS je parcela zemědělsky využívané půdy registru půdy LPIS

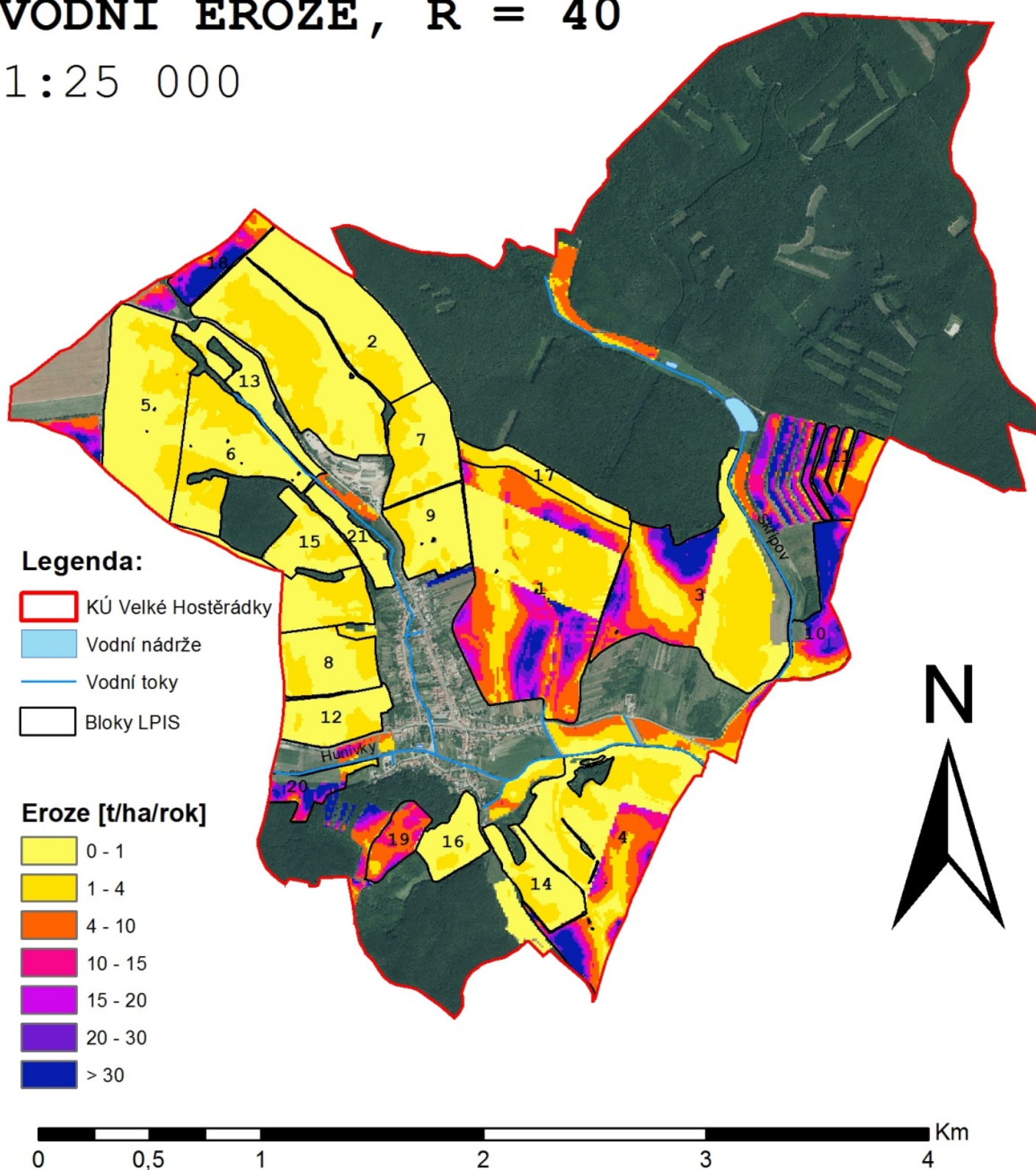
Ø CN je průměrné číslo CN křivky na dané ploše registru půdy LPIS

G_{R=X} je průměrná roční ztráta půdy pro danou plochu registru půdy LPIS a danou modifikaci

VELKÉ HOSTĚŘÁDKY – ADAPTAN

VODNÍ EROZE, $R = 40$

1:25 000



Obr. 29 Mapa průměrného erozního smyvu při $R = 40$, varianta 5 – opatření AdaptaN, podloženo ortofotomapou

Tab. 13 Analýza průměrného erozního smyvu na zemědělsky využívané půdě, bloky LPIS s výměrou 5 ha a více, varianta 5 – opatření AdaptaN

VARIANTA 5 - OPATŘENÍ AdaptaN								
LPIS	VÝMĚRA	Ø CN	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}
	[ha]	[-]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]
1	61,45	72,86	7,14	439,0	8,96	550,6	10,72	658,5
2	55,44	69,54	0,78	43,4	0,98	54,4	1,18	65,2
3	47,44	73,44	6,10	289,5	7,73	366,5	9,15	434,2
4	43,00	71,88	4,59	197,2	5,72	245,9	6,88	295,8
5	40,00	70,40	0,74	29,7	0,93	37,1	1,11	44,5
6	21,48	69,35	1,01	21,7	1,26	27,1	1,51	32,5
7	13,57	71,14	0,92	12,5	1,15	15,6	1,38	18,7
8	11,91	69,00	0,87	10,3	1,08	12,9	1,30	15,5
9	11,67	69,02	1,54	18,0	1,92	22,4	2,31	27,0
10	10,99	82,97	19,88	218,4	24,71	271,4	29,82	327,6
11	10,07	77,92	10,12	101,9	12,79	128,8	15,18	152,8
12	9,80	69,04	0,69	6,7	0,86	8,4	1,03	10,1
13	9,22	69,49	0,31	2,9	0,36	3,3	0,47	4,3
14	9,20	69,02	0,71	6,5	0,88	8,1	1,06	9,8
15	8,94	69,00	0,78	7,0	0,99	8,8	1,18	10,5
16	7,01	69,15	0,62	4,4	0,78	5,5	0,94	6,6
17	6,86	80,92	1,53	10,5	1,93	13,2	2,30	15,8
18	6,17	81,00	24,03	148,3	29,91	184,6	36,04	222,4
19	5,51	74,01	8,67	47,8	11,00	60,6	13,00	71,6
20	5,33	84,27	18,33	97,7	22,47	119,7	27,50	146,6
21	5,16	70,27	0,34	1,8	0,43	2,2	0,52	2,7
Σ	400,20	72,03	4,29	1715,1	5,37	2147,2	6,43	2572,7

kde:

LPIS je parcela zemědělsky využívané půdy registru půdy LPIS

Ø CN je průměrné číslo CN křivky na dané ploše registru půdy LPIS

G_{R=X} je průměrná roční ztráta půdy pro danou plochu registru půdy LPIS a danou modifikaci

Tab. 14 Analýza průměrného erozního smyvu na zemědělsky využívané půdě, bloky LPIS s výměrou 5 ha a více, varianta 6 – Územní systém ekologické stability

VARIANTA 6 - ÚZEMNÍ SYSTÉM EKOLOGICKÉ STABILITY								
LPIS	VÝMĚRA	Ø CN	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}
	[ha]	[-]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]
1	61,45	81,74	41,25	2534,8	51,56	3168,5	61,88	3802,2
2	53,78	80,63	40,41	2173,3	50,51	2716,6	60,61	3259,9
3	47,44	82,52	40,50	1921,4	50,63	2401,8	60,75	2882,1
4	41,80	81,31	34,80	1454,9	43,50	1818,6	52,21	2182,3
5	39,68	80,87	37,61	1492,3	47,01	1865,4	56,41	2238,5
6	20,10	80,38	52,68	1058,7	65,85	1323,4	79,02	1588,0
7	13,57	82,37	45,53	617,8	56,92	772,2	68,30	926,7
8	11,91	81,00	44,45	529,3	55,57	661,6	66,68	794,0
9	11,67	80,98	40,26	470,0	50,33	587,5	60,39	705,0
10	10,99	82,97	19,02	208,9	23,78	261,2	28,53	313,4
11	10,07	77,92	9,31	93,7	11,63	117,1	13,96	140,6
12	9,80	80,95	35,78	350,6	44,73	438,3	53,68	526,0
13	3,69	71,48	15,46	57,1	19,32	71,4	23,19	85,6
14	9,20	81,00	30,89	284,2	38,61	355,3	46,33	426,4
15	8,94	81,00	41,06	366,9	51,32	458,6	61,59	550,3
16	7,01	80,79	31,27	219,3	39,09	274,2	46,91	329,0
17	6,86	87,92	3,78	25,9	4,72	32,4	5,67	38,9
18	2,85	73,77	36,86	105,1	46,07	131,4	55,29	157,7
19	5,51	81,01	24,38	134,3	30,48	167,9	36,57	201,5
20	5,33	84,27	16,90	90,1	21,12	112,6	25,35	135,1
21	5,16	81,89	17,75	91,5	22,19	114,4	26,63	137,3
Σ	386,81	81,30	36,92	14280,3	46,15	17850,3	55,38	21420,4

kde:

LPIS je parcela zemědělsky využívané půdy registru půdy LPIS

Ø CN je průměrné číslo CN křivky na dané ploše registru půdy LPIS

G_{R=X} je průměrná roční ztráta půdy pro danou plochu registru půdy LPIS a danou modifikaci

4.2. Analýza srážkoodtokových procesů a erozních charakteristik povodí vybraných kritických bodů

Druhým cílem této diplomové práce bylo zpracovat analýzu srážkoodtokových procesů vybraných drah soustředěného povrchového odtoku v jejich kritických bodech. Pro samotný výpočet byly zvoleny tři kritické body (viz kapitola 3.5), v jejichž povodích byla zpracována hydrologická analýza nutná pro získání vstupních hodnot pro hydrologický model DesQ – MaxQ. Ten byl následně využit pro samotný výpočet. Rozbor odtokových poměrů (obr. 30) ukazuje rozmístění jednotlivých kritických bodů v k.ú. Velké Hostěrádky, údolnice drah soustředěného povrchového odtoku a jejich povodí.

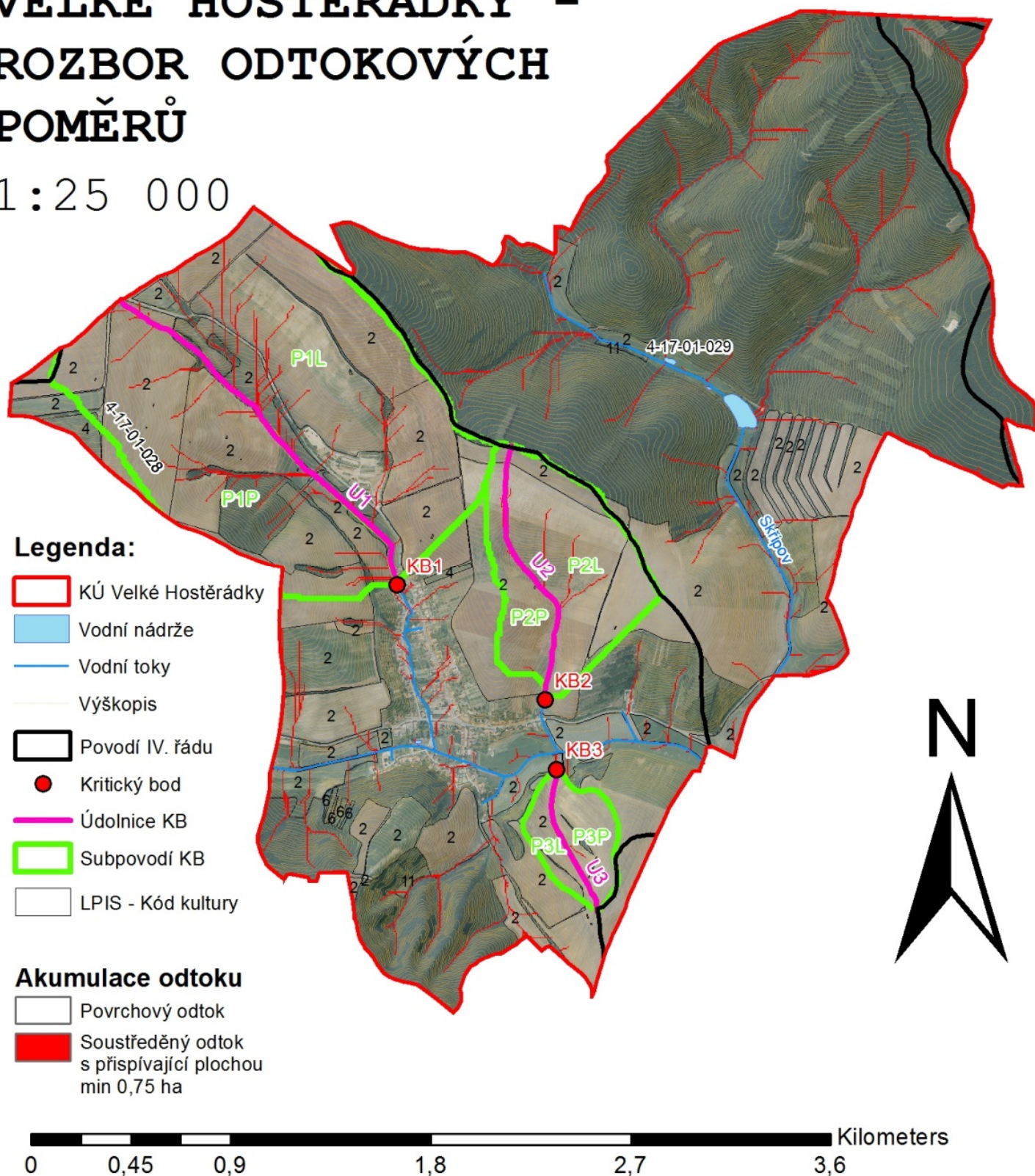
Nejprve je jako ukázka představen výstup z programu DesQ – MaxQ. Jedná se o tabulky získané analýzou KB1 za současné krajinné situace. Tab. 15 konkrétně ukazuje vstupní veličiny nutné pro spuštění tohoto hydrologického modelu.

Tab. 15 Vstupní veličiny pro výpočet srážkoodtokového procesu povodí kritického bodu č. 1 (KB1)

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	2,29			[km ²]
F _s	plocha svahu		1,34	0,95	[km ²]
I _s	průměrný sklon svahu		11,8	13,4	[%]
γ	drsnostní charakteristika		6	7,5	[sec]
L _u	délka údolnice	1,94			[km]
I _u	průměrný sklon údolnice	5,26			[%]
CN _{typ}	typ odtokové křivky(1,2,3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		80,5	79	[...]
N	doba opakování	5,10,20,50,100			[roky]
H _{1d5}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=5	47,5			[mm]
H _{1d10}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=10	55,1			[mm]
H _{1d20}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=20	63			[mm]
H _{1d50}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=50	72,7			[mm]
H _{1d100}	1-denní maximální srážkový úhrn pro N=100	80,3			[mm]

VELKÉ HOSTĚŘÁDKY – ROZBOR ODTOKOVÝCH POMĚRŮ

1:25 000



Obr. 30 Rozbor odtokových poměrů k.ú. a základních charakteristik kritických bodů

Tabulka 16 zase ilustruje konečný výstup z programu pro variantu stoletého návrhového deště. Jedná se o výstup povodí KB1, tedy ze vstupních hodnot zobrazených v předchozí tabulce.

Tab. 16 Výstupní veličiny srážkoodtokového procesu v povodí kritického bodu č. 1 (KB1) při periodicitě N=100 let

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN _{pr}	přepočtené číslo CN - typ		80,5	79	[...]
R _p	potenciální retence povodí		61,3	67,6	[mm]
L _s	průměrná délka svahu		0,69	0,49	[km]
L _{so}	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0,75	0,52	[km]
Kritický dešť					
t _{dk}	doba trvání deště		114	107	[min]
i _{dk}	intenzita deště		0,6	0,631	[mm.min ⁻¹]
H _{dk}	výška deště		68,4	67,5	[mm]
t _{1dk}	doba bezodtokové fáze		20	21	[min]
t _{spk}	doba trvání přítoku		94	86	[min]
i _{spk}	intenzita přítoku		0,285	0,279	[mm.min ⁻¹]
H _{spk}	výška přítoku		26,8	24	[mm]
Výpočtový dešť					
t _d	doba trvání deště	114			[min]
i _d	intenzita deště	0,6			[mm.min ⁻¹]
H _d	výška deště	68,4			[mm]
t ₁	doba trvání bezodtokové fáze	20	20	23	[min]
t _{sp}	doba trvání přítoku		94	91	[min]
i _{sp}	intenzita přítoku		0,285	0,27	[mm.min ⁻¹]
H _{sp}	výška přítoku		26,8	24,6	[mm]
t _{sk}	doba koncentrace		94	87	[min]
i _{sk}	intenzita odtoku v době t _{sk}		0,283	0,269	[mm.min ⁻¹]
H _{so}	výška odtoku		26,8	24,6	[mm]
max i _{so}	max. intenzita odtoku ze svahu		0,285	0,27	[mm.min ⁻¹]
Q_{max}	maximální průtok	10,7	6,37	4,26	[m³.s⁻¹]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm					
W _{PVT}	objem povodňové vlny	59,1	35,9	23,2	[10 ³ .m ³]

t_{vh}	doba vzestupu hydrogramu	94	94	87	[min]
t_{ph}	doba poklesu hydrogramu	217	217	193	[min]
t_{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	4	[min]
t_{ch}	celková doba trvání odtoku	311	311	284	[min]
Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané H_{1d100}					
W_{PVT}	objem povodňové vlny	79,3	47,9	31,4	[$10^3 \cdot m^3$]
t_{vh}	doba vzestupu hydrogramu	94	94	87	[min]
t_{ph}	doba poklesu hydrogramu	322	322	296	[min]
t_{kh}	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	4	[min]
t_{ch}	celková doba trvání odtoku	416	416	387	[min]

Tab. 17 se již věnuje zhodnocení nejzásadnějších výstupních parametrů (maximálním průtokům a objemům povodňové vlny) v závislosti na zvolené době opakování návrhového deště.

Tab. 17 Souhrnný výstup zhodnocení srážkoodtokového procesu v povodí kritického bodu č. 1 (KB1) při všechny zkoumaných N-letostech

N-leté maximální průtoky a objemy PV			Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
N	doba opakování					[roky]
5	Q_{max}	maximální průtok	2,31	1,31	0,994	[$m^3 \cdot s^{-1}$]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	27	16,2	10,7	[$10^3 \cdot m^3$]
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d5}	45,5	27,3	18,2	[$10^3 \cdot m^3$]
10	Q_{max}	maximální průtok	3,58	2,04	1,54	[$m^3 \cdot s^{-1}$]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	33,6	20,3	13,4	[$10^3 \cdot m^3$]
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d10}	55,1	33,1	22	[$10^3 \cdot m^3$]
20	Q_{max}	maximální průtok	5,37	3,09	2,28	[$m^3 \cdot s^{-1}$]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	41,2	24,9	16,3	[$10^3 \cdot m^3$]
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d20}	63,3	38,1	25,2	[$10^3 \cdot m^3$]
50	Q_{max}	maximální průtok	8,24	4,88	3,36	[$m^3 \cdot s^{-1}$]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	51,7	31,3	20,4	[$10^3 \cdot m^3$]
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d50}	71,9	43,4	28,5	[$10^3 \cdot m^3$]
100	Q_{max}	maximální průtok	10,7	6,37	4,26	[$m^3 \cdot s^{-1}$]
	W_{PVT}	objem povodňové vlny PV	59,1	35,9	23,2	[$10^3 \cdot m^3$]
	$W_{PVT,1d}$	objem PV vyvolaný H_{1d100}	79,3	47,9	31,4	[$10^3 \cdot m^3$]

Vedle odtokových charakteristik (maximálních průtoků a maximálního objemu povodňové vlny) byl znovu propočítán průměrný roční erozní smyv vztažený tentokrát na povodí kritických bodů. Výsledkem je množství dat pro všechna subpovodí (pozn. povodí rozdělené na levý a pravý svah) ve všech šesti zkoumaných variantách řešení. Pro větší přehlednost neuvádím na dalších stranách jednotlivé obšírné výstupy z modelu DesQ – MaxQ a atributové tabulky získané zonální statistikou v programu ArcGIS, ale pokusil jsem se vybrat pouze zajímavé charakteristiky a ty potom tabelovat do již přehlednějších výstupů. Nejprve jsou uvedeny vybrané charakteristiky pro jednotlivé varianty řešení, následně je provedeno jejich shrnutí do výstupů k jednotlivým kritickým bodům a posléze taktéž souhrnně pro všechny tři povodí KB.

Na úplný závěr kapitoly „výsledky“ jsou vypracovány hydrogramy povodně (závislost odtoku z povodí při návrhovém dešti na čase), srovnávající protipovodňový transformační účinek navržených opatření v rámci jednotlivých variant pro všechny KB. Tyto hydrogramy byly sestaveny na základě časových řad exportovaných přímo z modelu DesQ –MaxQ do tabulkového procesoru MS Excel. Jedná se o hydrogramy varianty II. Pro určení krátkých přívalových dešťů je v modelu využita metoda redukce jednodenních maximálních úhrnů $P_{1d,N}$ [44], přičemž v našem případě konkrétně $P_{1d,100}$.

Tab. 18 Vybrané charakteristiky povodí jednotlivých kritických bodů, varianta 1 – stávající stav

VARIANTA 1 - STÁVAJÍCÍ STAV												
SUBPOVODÍ	PLOCHA	Ø CN	LPIS	LPIS	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}	Q _{max}	W _{PVT}
	[ha]	[-]	[ha]	[%]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[10 ³ .m ³]
P1L	133,86	80,55	115,03	85,93	37,7	4332,9	47,1	5416,1	56,5	6499,3	6,37	47,90
P1P	94,62	78,97	79,92	84,46	39,2	3128,9	48,9	3911,1	58,7	4693,4	4,26	31,40
P2L	41,02	82,71	40,14	97,85	47,7	1915,9	59,7	2394,8	71,6	2873,8	3,09	16,20
P2P	15,75	81,77	15,71	99,71	37,1	582,9	46,4	728,6	55,7	874,3	1,15	5,98
P3L	6,65	80,85	6,52	98,01	33,7	219,6	42,1	274,4	50,6	329,3	0,62	2,40
P3P	10,78	80,83	10,50	97,42	44,3	465,0	55,3	581,3	66,4	697,5	1,02	3,92
POVODÍ	PLOCHA	Ø CN	LPIS	LPIS	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}	Q _{max}	W _{PVT}
	[ha]	[-]	[ha]	[%]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[10 ³ .m ³]
P1	228,48	79,90	194,94	85,32	38,3	7461,8	47,8	9327,2	57,4	11192,6	10,63	79,30
P2	56,77	82,45	55,85	98,37	44,7	2498,7	56,1	3123,4	67,1	3748,1	4,24	22,18
P3	17,43	80,84	17,02	97,65	40,2	684,6	50,3	855,7	60,3	1026,9	1,64	6,32
CELKEM	302,68	80,43	267,81	88,48	39,75	10645,06	50,19	13306,32	59,62	15967,58	16,51	107,80

kde: PLOCHA je celková plocha povodí

Ø CN je průměrná číslo CN křivky v povodí

LPIS je plocha zemědělsky využívaných pozemků

G_{R=X} je průměrná roční ztráta půdy ze zemědělské plochy

Q_{max,100} je maximální průtok z povodí v KB při N = 100 let

W_{PVT,100} je objem povodňové vlny v KB při N = 100 let

Tab. 19 Vybrané charakteristiky povodí jednotlivých kritických bodů, varianta 2 – agrotechnická opatření 1

VARIANTA 2 - AGROTECHNICKÁ OPATŘENÍ 1												
SUBPOVODÍ	PLOCHA	Ø CN	LPIS	LPIS	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}	Q _{max}	W _{PVT}
	[ha]	[-]	[ha]	[%]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[10 ³ .m ³]
P1L	133,86	74,48	115,03	85,93	13,8	1582,4	17,2	1978,0	20,6	2373,6	3,50	35,30
P1P	94,62	73,58	79,92	84,46	14,4	1153,5	18,0	1441,9	21,7	1730,3	2,66	23,80
P2L	41,02	75,87	40,14	97,85	17,1	686,8	21,4	858,5	25,7	1030,3	1,82	11,60
P2P	15,75	74,78	15,71	99,71	15,8	248,9	19,8	311,1	23,8	373,3	0,66	4,24
P3L	6,65	74,01	6,52	98,01	14,7	96,0	18,4	120,0	22,1	144,0	0,35	1,70
P3P	10,78	74,01	10,50	97,42	15,0	158,0	18,8	197,5	22,6	237,0	0,57	2,78
POVODÍ	PLOCHA	Ø CN	LPIS	LPIS	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}	Q _{max}	W _{PVT}
	[ha]	[-]	[ha]	[%]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[10 ³ .m ³]
P1	228,48	74,11	194,94	85,32	14,0	2735,9	17,6	3419,9	21,1	4103,8	6,16	59,10
P2	56,77	75,57	55,85	98,37	16,8	935,7	21,0	1169,6	25,1	1403,5	2,48	15,84
P3	17,43	74,01	17,02	97,65	14,9	254,0	18,7	317,6	22,4	381,1	0,92	4,48
CELKEM	302,68	74,38	267,81	88,48	14,66	3925,6	18,55	4907,0	21,99	5888,5	9,56	79,42

kde: PLOCHA je celková plocha povodí

Ø CN je průměrná číslo CN křivky v povodí

LPIS je plocha zemědělsky využívaných pozemků

G_{R=X} je průměrná roční ztráta půdy ze zemědělské plochy

Q_{max,100} je maximální průtok z povodí v KB při N = 100 let

W_{PVT,100} je objem povodňové vlny v KB při N = 100 let

Tab. 20 Vybrané charakteristiky povodí jednotlivých kritických bodů, varianta 3 – agrotechnická opatření 2

VARIANTA 3 - AGROTECHNICKÁ OPATŘENÍ 2												
SUBPOVODÍ	PLOCHA	Ø CN	LPIS	LPIS	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}	Q _{max}	W _{PVT}
	[ha]	[-]	[ha]	[%]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[10 ³ .m ³]
P1L	133,86	74,48	115,03	85,93	11,0	1265,9	13,8	1582,4	16,5	1898,8	2,91	35,30
P1P	94,62	73,58	79,92	84,46	11,5	922,8	14,4	1153,5	17,3	1384,2	2,32	23,80
P2L	41,02	75,87	40,14	97,85	13,7	549,5	17,1	686,8	20,5	824,2	1,69	11,60
P2P	15,75	74,78	15,71	99,71	12,7	199,1	15,8	248,9	19,0	298,6	0,62	4,24
P3L	6,65	74,01	6,52	98,01	11,8	76,8	14,7	96,0	17,7	115,2	0,32	1,70
P3P	10,78	74,01	10,50	97,42	12,0	126,4	15,0	158,0	18,1	189,6	0,53	2,78
POVODÍ	PLOCHA	Ø CN	LPIS	LPIS	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}	Q _{max}	W _{PVT}
	[ha]	[-]	[ha]	[%]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[10 ³ .m ³]
P1	228,48	74,11	194,94	85,32	11,2	2188,7	14,1	2735,9	16,8	3283,1	5,23	59,10
P2	56,77	75,57	55,85	98,37	13,4	748,6	16,8	935,7	20,1	1122,8	2,31	15,84
P3	17,43	74,01	17,02	97,65	11,9	203,2	14,9	254,0	17,9	304,9	0,85	4,48
CELKEM	302,68	74,38	267,81	88,48	11,73	3140,5	14,89	3925,6	17,59	4710,8	8,39	79,42

kde: PLOCHA je celková plocha povodí

Ø CN je průměrná číslo CN křivky v povodí

LPIS je plocha zemědělsky využívaných pozemků

G_{R=X} je průměrná roční ztráta půdy ze zemědělské plochy

Q_{max,100} je maximální průtok z povodí v KB při N = 100 let

W_{PVT,100} je objem povodňové vlny v KB při N = 100 let

Tab. 21 Vybrané charakteristiky povodí jednotlivých kritických bodů, varianta 4 – trvalé zatravnění

VARIANTA 4 - TRVALÉ ZATRAVNĚNÍ												
SUBPOVODÍ	PLOCHA	Ø CN	LPIS	LPIS	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}	Q _{max}	W _{PVT}
	[ha]	[-]	[ha]	[%]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[10 ³ .m ³]
P1L	133,86	70,29	115,03	85,93	0,7	78,9	0,9	99,1	1,0	118,9	2,59	27,90
P1P	94,62	69,79	79,92	84,46	0,7	57,2	0,9	71,6	1,1	85,9	1,87	19,10
P2L	41,02	71,78	40,14	97,85	0,9	35,9	1,1	44,9	1,3	53,8	1,39	9,32
P2P	15,75	70,12	15,71	99,71	0,7	10,9	0,9	13,7	1,0	16,4	0,50	3,26
P3L	6,65	69,14	6,52	98,01	0,6	4,0	0,8	5,0	0,9	6,0	0,24	1,28
P3P	10,78	69,13	10,50	97,42	0,8	8,6	1,0	10,8	1,2	12,9	0,39	2,10
POVODÍ	PLOCHA	Ø CN	LPIS	LPIS	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}	Q _{max}	W _{PVT}
	[ha]	[-]	[ha]	[%]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[10 ³ .m ³]
P1	228,48	70,08	194,94	85,32	0,7	136,1	0,9	170,7	1,1	204,8	4,46	47,00
P2	56,77	71,32	55,85	98,37	0,8	46,7	1,1	58,5	1,3	70,3	1,89	12,58
P3	17,43	69,13	17,02	97,65	0,7	12,7	0,9	15,8	1,1	19,0	0,63	3,38
CELKEM	302,68	70,26	267,81	88,48	0,73	195,5	0,93	245,0	1,10	294,0	6,98	62,96

kde: PLOCHA je celková plocha povodí

Ø CN je průměrná číslo CN křivky v povodí

LPIS je plocha zemědělsky využívaných pozemků

G_{R=X} je průměrná roční ztráta půdy ze zemědělské plochy

Q_{max,100} je maximální průtok z povodí v KB při N = 100 let

W_{PVT,100} je objem povodňové vlny v KB při N = 100 let

Tab. 22 Vybrané charakteristiky povodí jednotlivých kritických bodů, varianta 5 – program AdaptaN

VARIANTA 5 - PROGRAM ADAPTAN												
SUBPOVODÍ	PLOCHA	Ø CN	LPIS	LPIS	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}	Q _{max}	W _{PVT}
	[ha]	[-]	[ha]	[%]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[10 ³ .m ³]
P1L	133,86	72,77	115,03	85,93	2,5	285,9	3,1	355,9	3,7	428,8	3,35	32,20
P1P	94,62	70,34	79,92	84,46	0,7	59,4	0,9	74,2	1,1	89,1	1,96	19,80
P2L	41,02	74,08	40,14	97,85	6,6	264,1	8,3	331,9	9,9	396,2	1,63	10,60
P2P	15,75	73,40	15,71	99,71	9,1	143,0	11,4	178,8	13,7	214,5	0,61	3,93
P3L	6,65	69,36	6,52	98,01	0,8	5,1	1,0	6,4	1,2	7,7	0,25	1,30
P3P	10,78	70,40	10,50	97,42	2,8	29,5	3,5	37,3	4,2	44,3	0,43	2,26
POVODÍ	PLOCHA	Ø CN	LPIS	LPIS	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}	Q _{max}	W _{PVT}
	[ha]	[-]	[ha]	[%]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[10 ³ .m ³]
P1	228,48	71,76	194,94	85,32	1,8	345,3	2,3	430,0	2,7	518,0	5,31	52,00
P2	56,77	73,89	55,85	98,37	7,3	407,1	9,1	510,6	10,9	610,7	2,24	14,53
P3	17,43	70,00	17,02	97,65	2,0	34,7	2,6	43,6	3,1	52,0	0,68	3,56
CELKEM	302,68	72,06	267,81	88,48	2,94	787,1	4,18	984,3	4,41	1180,6	8,23	70,09

kde: PLOCHA je celková plocha povodí

Ø CN je průměrná číslo CN křivky v povodí

LPIS je plocha zemědělsky využívaných pozemků

G_{R=X} je průměrná roční ztráta půdy ze zemědělské plochy

Q_{max,100} je maximální průtok z povodí v KB při N = 100 let

W_{PVT,100} je objem povodňové vlny v KB při N = 100 let

Tab. 23 Vybrané charakteristiky povodí jednotlivých kritických bodů, varianta 6 – ÚSES

VARIANTA 6 - ÚZEMNÍ SYSTÉM EKOLOGICKÉ STABILITY												
SUBPOVODÍ	PLOCHA	Ø CN	LPIS	LPIS	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}	Q _{max}	W _{PVT}
	[ha]	[-]	[ha]	[%]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[10 ³ .m ³]
P1L	133,86	79,21	87,77	65,57	37,4	3280,4	46,7	4100,4	56,1	4920,5	4,86	44,90
P1P	94,62	78,55	72,43	76,55	37,0	2676,7	46,2	3345,9	55,4	4015,1	4,02	30,70
P2L	41,02	82,71	40,14	97,85	47,7	1915,9	59,7	2394,8	71,6	2873,8	3,09	16,20
P2P	15,75	81,77	15,71	99,71	37,1	582,9	46,4	728,6	55,7	874,3	1,15	5,98
P3L	6,65	80,85	6,52	98,01	33,7	219,6	42,1	274,4	50,6	329,3	0,62	2,40
P3P	10,78	80,83	10,50	97,42	44,3	465,0	55,3	581,3	66,4	697,5	1,02	3,92
POVODÍ	PLOCHA	Ø CN	LPIS	LPIS	G _{R=40}	G _{R=40}	G _{R=50}	G _{R=50}	G _{R=60}	G _{R=60}	Q _{max}	W _{PVT}
	[ha]	[-]	[ha]	[%]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	[t.rok ⁻¹]	[m ³ .s ⁻¹]	[10 ³ .m ³]
P1	228,48	78,94	160,20	70,12	37,2	5957,1	46,5	7446,4	55,8	8935,6	8,88	75,60
P2	56,77	82,45	55,85	98,37	44,7	2498,7	56,1	3123,4	67,1	3748,1	4,24	22,18
P3	17,43	80,84	17,02	97,65	40,2	684,6	50,3	855,7	60,3	1026,9	1,64	6,32
CELKEM	302,68	79,70	233,06	77,00	39,22	9140,4	49,66	11425,5	58,83	13710,6	14,76	104,10

kde: PLOCHA je celková plocha povodí

Ø CN je průměrná číslo CN křivky v povodí

LPIS je plocha zemědělsky využívaných pozemků

G_{R=X} je průměrná roční ztráta půdy ze zemědělské plochy

Q_{max,100} je maximální průtok z povodí v KB při N = 100 let

W_{PVT,100} je objem povodňové vlny v KB při N = 100 let

Tab. 24 Vybrané charakteristiky povodí KB1 souhrnně pro všechny varianty řešení

POVODÍ KB1 - "PADĚLKY POD HÁJKEM"							
VELIČINA	JEDNOTKA	VARIANTA					
		SS	AGT 1	AGT 2	TTP	AdaptaN	ÚSES
LPIS	[ha]	194,94	194,94	194,94	194,94	194,94	160,20
LPIS	[%] k SS	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	82,18
Ø CN	[-]	79,90	74,11	74,11	70,08	71,76	78,94
Ø CN	[%] k SS	100,00	92,76	92,76	87,72	89,82	98,80
$Q_{\max,100}$	[m ³ .s ⁻¹]	10,63	6,16	5,23	4,46	5,31	8,88
$Q_{\max,100}$	[%] k SS	100,00	57,95	49,20	41,96	49,95	83,54
$W_{PVT,100}$	[10 ³ .m ³]	79,30	59,10	59,10	47,00	52,00	75,60
$W_{PVT,100}$	[%] k SS	100,00	74,53	74,53	59,27	65,57	95,33
$G_{R=40}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	38,28	14,03	11,23	0,70	1,77	37,18
$G_{R=40}$	[t.rok ⁻¹]	7461,8	2735,9	2188,7	136,1	345,3	5957,1
$G_{R=50}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	47,83	17,56	14,06	0,88	2,29	46,48
$G_{R=50}$	[t.rok ⁻¹]	9327,2	3419,9	2735,9	170,7	430,0	7446,4
$G_{R=60}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	57,42	21,05	16,84	1,05	2,66	55,78
$G_{R=60}$	[t.rok ⁻¹]	11192,6	4103,8	3283,1	204,8	518,0	8935,6
G	[%] k SS	100,00	36,67	29,33	1,83	4,63	79,83

kde:

LPIS je celková plocha zemědělsky využívaných pozemků

Ø CN je průměrné číslo CN křivky v povodí

$Q_{\max,100}$ je maximální průtok z povodí v KB při N = 100 let

$W_{PVT,100}$ je objem povodňové vlny v KB při N = 100 let

$G_{R=X}$ je průměrná roční ztráta půdy ze zemědělské plochy

G je průměrná ztráta půdy ze zemědělské plochy vztažená k současnému stavu v procentech

Tab. 25 Vybrané charakteristiky povodí KB2 souhrnně pro všechny varianty řešení

POVODÍ KB2 - "ZA KOSTELEM"							
VELIČINA	JEDNOTKA	VARIANTA					
		SS	AGT 1	AGT 2	TTP	AdaptaN	ÚSES
LPIS	[ha]	55,85	55,85	55,85	55,85	55,85	55,85
LPIS	[%] k SS	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ø CN	[-]	82,45	75,57	75,57	71,32	73,89	82,45
Ø CN	[%] k SS	100,00	91,65	91,65	86,50	89,62	100,00
$Q_{\max,100}$	[m ³ .s ⁻¹]	4,24	2,48	2,31	1,89	2,24	4,24
$Q_{\max,100}$	[%] k SS	100,00	58,58	54,36	44,53	52,83	100,00
$W_{PVT,100}$	[10 ³ .m ³]	22,18	15,84	15,84	12,58	14,53	22,18
$W_{PVT,100}$	[%] k SS	100,00	71,42	71,42	56,72	65,51	100,00
$G_{R=40}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	44,74	16,76	13,40	0,84	7,29	44,74
$G_{R=40}$	[t.rok ⁻¹]	2498,7	935,7	748,6	46,7	407,1	2498,7
$G_{R=50}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	56,06	20,97	16,77	1,05	9,12	56,06
$G_{R=50}$	[t.rok ⁻¹]	3123,4	1169,6	935,7	58,5	510,6	3123,4
$G_{R=60}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	67,12	25,13	20,11	1,26	10,94	67,12
$G_{R=60}$	[t.rok ⁻¹]	3748,1	1403,5	1122,8	70,3	610,7	3748,1
G	[%] k SS	100,00	37,45	29,96	1,87	16,29	100,00

kde:

LPIS je celková plocha zemědělsky využívaných pozemků

Ø CN je průměrné číslo CN křivky v povodí

$Q_{\max,100}$ je maximální průtok z povodí v KB při N = 100 let

$W_{PVT,100}$ je objem povodňové vlny v KB při N = 100 let

$G_{R=X}$ je průměrná roční ztráta půdy ze zemědělské plochy

G je průměrná ztráta půdy ze zemědělské plochy vztažená k současnému stavu v procentech

Tab. 26 Vybrané charakteristiky povodí KB3 souhrnně pro všechny varianty řešení

POVODÍ KB3 - "PASEKY ZA DĚDINOU"							
VELIČINA	JEDNOTKA	VARIANTA					
		SS	AGT 1	AGT 2	TTP	AdaptaN	ÚSES
LPIS	[ha]	17,02	17,02	17,02	17,02	17,02	17,02
LPIS	[%] k SS	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Ø CN	[-]	80,84	74,01	74,01	69,13	70,00	80,84
Ø CN	[%] k SS	100,00	91,55	91,55	85,52	86,60	100,00
$Q_{\max,100}$	[m ³ .s ⁻¹]	1,64	0,92	0,85	0,63	0,68	1,64
$Q_{\max,100}$	[%] k SS	100,00	55,69	51,86	38,34	41,39	100,00
$W_{PVT,100}$	[10 ³ .m ³]	6,32	4,48	4,48	3,38	3,56	6,32
$W_{PVT,100}$	[%] k SS	100,00	70,89	70,89	53,48	56,33	100,00
$G_{R=40}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	40,23	14,93	11,94	0,74	2,04	40,23
$G_{R=40}$	[t.rok ⁻¹]	684,6	254,0	203,2	12,7	34,7	684,6
$G_{R=50}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	50,33	18,66	14,93	0,93	2,61	50,33
$G_{R=50}$	[t.rok ⁻¹]	855,7	317,6	254,0	15,8	43,6	855,7
$G_{R=60}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	60,34	22,39	17,91	1,11	3,05	60,34
$G_{R=60}$	[t.rok ⁻¹]	1026,9	381,1	304,9	19,0	52,0	1026,9
$G_{R=60}$	[%] k SS	100,00	37,11	29,69	1,85	5,06	100,00

kde:

LPIS je celková plocha zemědělsky využívaných pozemků

Ø CN je průměrné číslo CN křivky v povodí

$Q_{\max,100}$ je maximální průtok z povodí v KB při N = 100 let

$W_{PVT,100}$ je objem povodňové vlny v KB při N = 100 let

$G_{R=X}$ je průměrná roční ztráta půdy ze zemědělské plochy

G je průměrná ztráta půdy ze zemědělské plochy vztažená k současnému stavu v procentech

Tab. 27 Vybrané charakteristiky všech tří povodí dohromady pro všechny varianty řešení

CHARAKTERISTIKY VŠECH 3 POVODÍ (P1 - P3)							
VELIČINA	JEDNOTKA	VARIANTA					
		SS	AGT 1	AGT 2	TTP	AdaptaN	ÚSES
LPIS	[ha]	267,81	267,81	267,81	267,81	267,81	233,06
LPIS	[%] k SS	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	87,03
Ø CN	[-]	80,43	74,38	74,38	70,26	72,06	79,70
Ø CN	[%] k SS	100,00	92,47	92,47	87,36	89,60	99,10
$Q_{\max,100}$	[m ³ .s ⁻¹]	16,51	9,56	8,39	6,98	8,23	14,76
$Q_{\max,100}$	[%] k SS	100,00	57,89	50,79	42,26	49,84	89,40
$W_{PVT,100}$	[10 ³ .m ³]	107,80	79,42	79,42	62,96	70,09	104,10
$W_{PVT,100}$	[%] k SS	100,00	73,67	73,67	58,40	65,02	96,57
$G_{R=40}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	39,75	14,66	11,73	0,73	2,94	39,22
$G_{R=40}$	[t.rok ⁻¹]	10645,1	3925,6	3140,5	195,5	787,1	9140,4
$G_{R=50}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	50,19	18,55	14,89	0,93	4,18	49,66
$G_{R=50}$	[t.rok ⁻¹]	13306,3	4907,0	3925,6	245,0	984,3	11425,5
$G_{R=60}$	[t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹]	59,62	21,99	17,59	1,10	4,41	58,83
$G_{R=60}$	[t.rok ⁻¹]	15967,6	5888,5	4710,8	294,0	1180,6	13710,6
$G_{R=60}$	[%] k SS	100,00	36,88	29,50	1,84	7,39	85,87

kde:

LPIS je celková plocha zemědělsky využívaných pozemků

Ø CN je průměrné číslo CN křivky v povodí

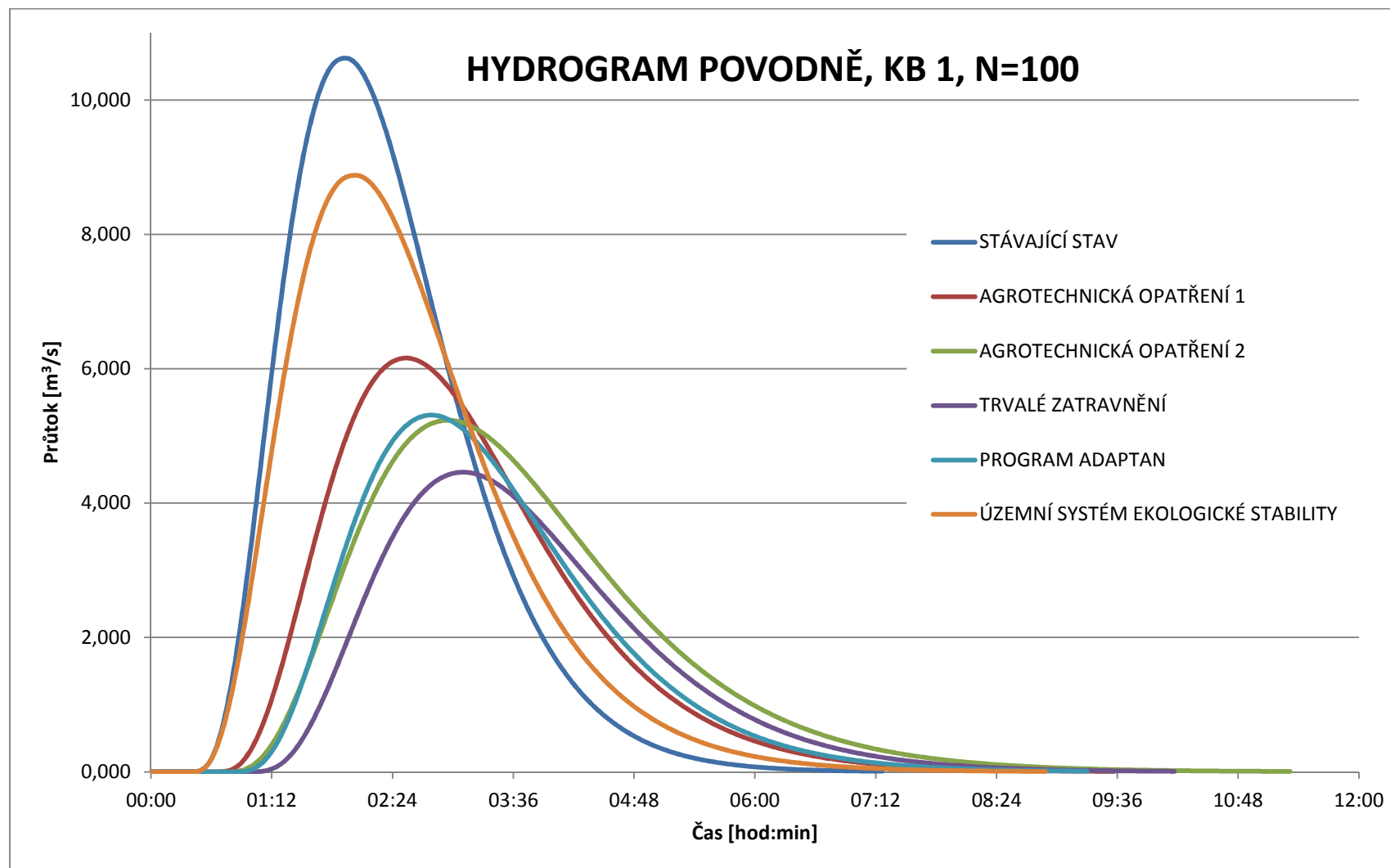
$Q_{\max,100}$ je maximální průtok z povodí v KB při N = 100 let

$W_{PVT,100}$ je objem povodňové vlny v KB při N = 100 let

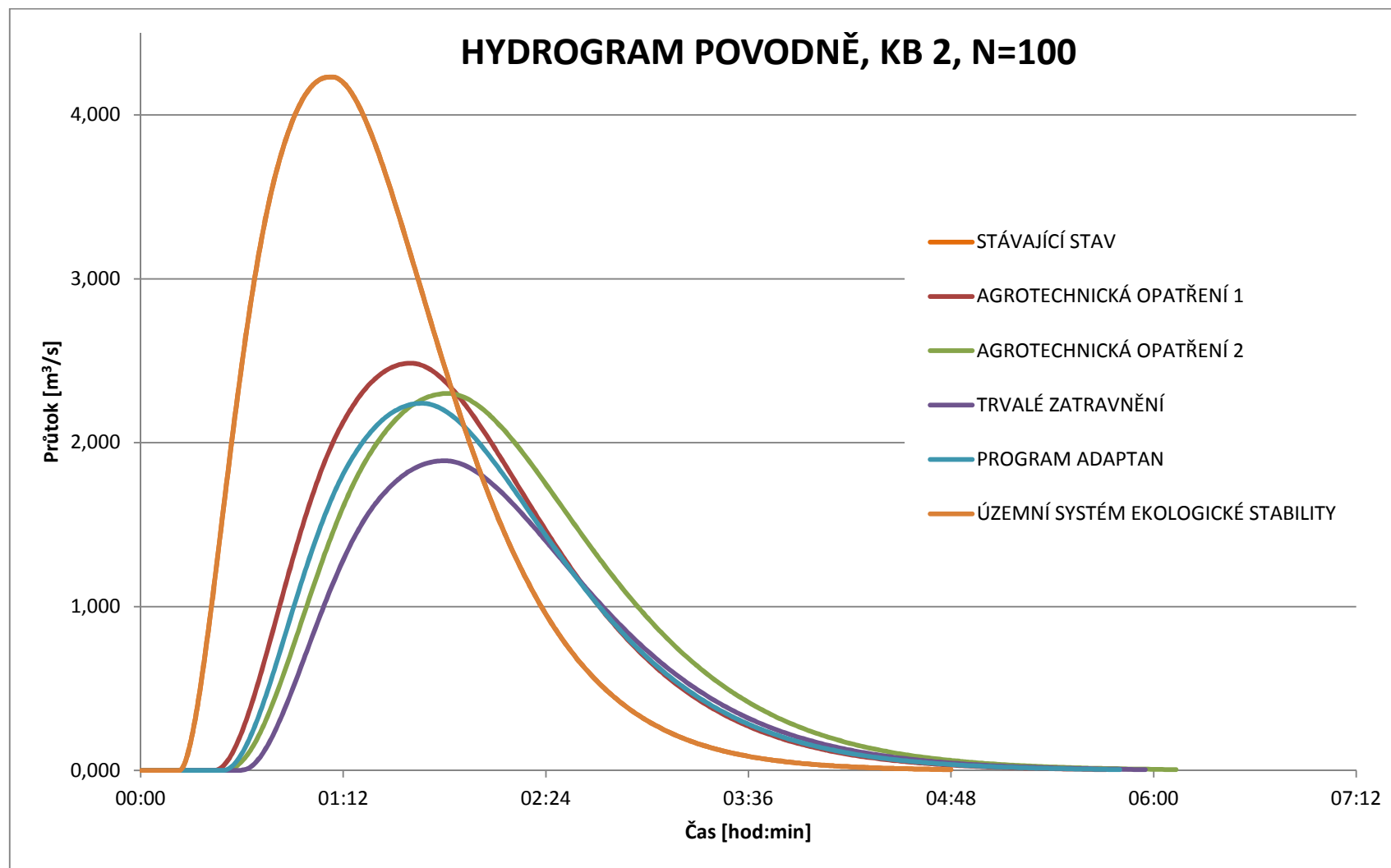
$G_{R=X}$ je průměrná roční ztráta půdy ze zemědělské plochy

G je průměrná ztráta půdy ze zemědělské plochy vztažená k současnému stavu v procentech

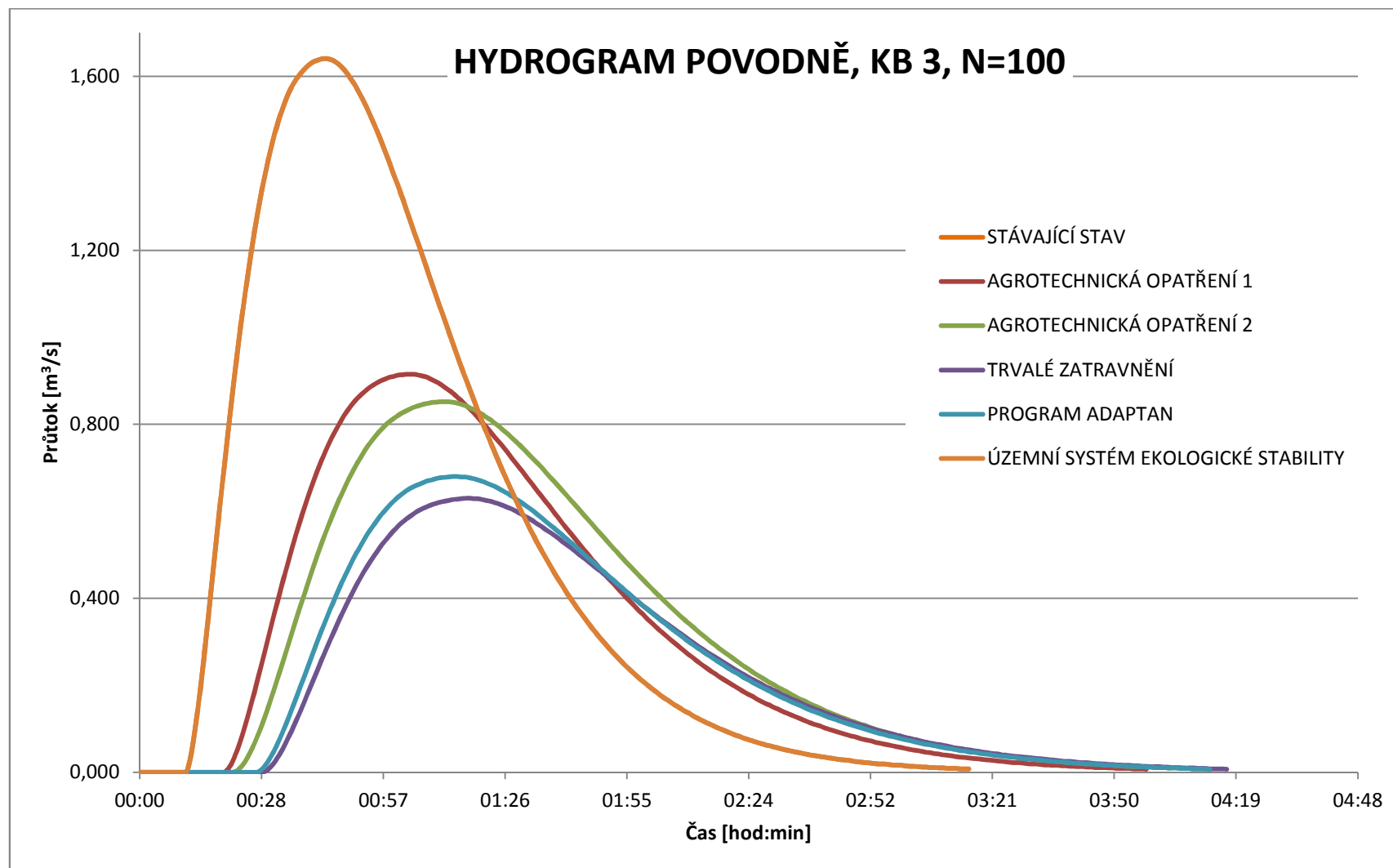
Graf 3 Hydrogram povodně z povodí KB1, srovnání transformačního účinku navržených opatření jednotlivých variant řešení



Graf 4 Hydrogram povodně z povodí KB2, srovnání transformačního účinku navržených opatření jednotlivých variant řešení



Graf 5 Hydrogram povodně z povodí KB3, srovnání transformačního účinku navržených opatření jednotlivých variant řešení



5. Diskuze

Pro samotný výzkum v rámci této diplomové práce bylo záměrně vybráno území, které je díky svým topografickým parametrům teoreticky extrémně náchylné k odnosu půdy vodní erozí. Analýzy jednotlivých charakteristik srážkoodtokového procesu a průměrného erozního smyvu ve variantě stávajícího stavu stvrzují nejhorší myšlené scénáře a vybízejí k okamžité nápravné akci.

Zhodnocení celkového erozního smyvu z velkých honů orné půdy v katastrálním území Velké Hostěrádky ukazuje, že by v krajní variantě mohlo při zachování stávajícího krajinného managementu dojít ročně ke ztrátě zeminy o objemu až 23 000 t, což je při výměře 400 ha naprosto devastující scénář. Například navrhovaná opatření v rámci AdaptaNu by byla schopna snížit erozi v mezním případě až o více jak 88 %. Trvalé zatravnění všech zemědělsky využívaných ploch vykazuje dokonce snížení průměrného ročního erozního smyvu na 1,86 % současného stavu!

Podobně hovoří i výsledky hydrologických charakteristik, které ukazují na retenční a transformační schopnosti jednotlivých povodí. Při scénáři „stávající stav“ a stoletém dešti je dle výpočtů z povodí kritického bodu 1 o rozloze 228 ha převedena povodňová vlna o objemu 79 tisíc m³ při kulminačním průtoku 10,63 m³/s. Opatření navrhovaná v řešených variantách by byla schopna působit nejen jednoznačným protierozním způsobem, ale taktéž by se chovala jako významný protipovodňový prvek. Optimalizovaná varianta navržená v rámci programu AdaptaN by například v tomto povodí dokázala snížit objem stoleté povodně až o 35 %. Nejdůležitějším aspektem hovořícím ve prospěch těchto opatření v protipovodňových souvislostech je ale výrazná časová transformace průtoků. Z hydrogramu lze vyčíst významnou retenční schopnost krajiny, při zavedení některých agrotechnických opatření. Při výpočtovém typu CN křivky druhého typu, tedy úhrnu srážek 36 – 53 mm za 5 předchozích dnů ve vegetačním období (období největších klimatických výkyvů), by opatření AdaptaNu byla schopna snížit maximální průtok o 50 %, přičemž kulminace by nastala o necelou hodinu později (2:47 oproti 1:56). Schopnost zadržení vody v krajině, která je po letošním katastrofálním suchu ve středu pozornosti, je jedním z naprosto klíčových parametrů, na které by mohly slyšet i orgány státní správy a právě hydrogram povodně povodí KB1 ukazuje, jaký obrovský potenciál v tomto směru protierozní opatření v přírodě mají.

6. Závěr

Analýzy jednotlivých variant řešení zcela potvrdily předpoklady. V území náchylném k vodní erozi, jako je právě námi zvolené katastrální území Velké Hostěrádky na jižní Moravě, je konvenční způsob hospodaření v krajině zcela nevhodný a je nutné tento přístup radikálně změnit. Je zřejmé, že erozně téměř dokonalá varianta trvalého zatravnění (případně zalesnění) není vždy pro uživatele půdy vzhledem k často nižší ekonomické výtěžnosti dostatečně atraktivní. Taktéž je zřejmé, že pouhá implementace plánů ÚSES nemůže stačit. Ty jsou nesmírně důležité v případě ekologického potenciálu krajiny a její stability, pro dostačující půdoochrannou funkci by ale musely být doplněny o další opatření zmírňující negativní účinky měnícího se klimatu. Naopak přístupy, jako jsou ty, se kterými přichází projekt AdaptaN, by mohly být dostatečně přitažlivé pro drtivou většinu uživatelů půdy. V rámci plošných změn navrhuje zejména ochranné sady a vinice se zatravněním, které mají velkou retenční schopnost. Navíc vhodně kombinují agrotechnická opatření s opatřeními technickými a zároveň se snaží vystihnout duši místní krajiny. Je až s podivem, že se na jednu stranu „snažíme chovat ekologicky“ a na rozsáhlých svažitých plochách orné půdy pěstujeme energetické plodiny jako kukuřici či řepku, a na druhou stranu tím ohrožujeme krajinu zvýšeným rizikem eroze či ztrátou vody. [45]

Podobné výzkumy, jako je tento, by mohly být jakýmsi varováním a zároveň hodnotným podkladem pro práci s veřejností a samotnými uživateli půdy.

Seznam použité literatury

1. **Červenka, Jakub.** Význam krajiny, horniny a půdy pro člověka. *Příroda.cz*. [Online] 21. Listopad 2005. <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=505>.
2. Voda v krajině. *REGOL - Rozvoj environmentální gramotnosti odborné i laické veřejnosti*. [Online] [http://regol.conbios.eu/index.php?action=Voda-v-krajine-\(upravy-vodnich-toku-protierozni-opatreni\)](http://regol.conbios.eu/index.php?action=Voda-v-krajine-(upravy-vodnich-toku-protierozni-opatreni)).
3. Carbon sequestration in soils. *Ecological Society of America*. [Online] <http://www.esa.org/esa/wp-content/uploads/2012/12/carbonsequestrationinsoils.pdf>.
4. IPCC science report: climate change unequivocal, human influence at least 95% certain. *European commission*. [Online] 27. Zář 2013. http://ec.europa.eu/clima/news/articles/news_2013092701_en.htm.
5. Erosion. *National Geographic*. [Online] <http://education.nationalgeographic.org/encyclopedia/erosion/>.
6. **Janeček, Miloslav a kol.** *Ochrana zemědělské půdy před erozí, metodika*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2012. ISBN 978-80-87415-42-9.
7. Eroze ujídá z úrody, způsobuje miliardové škody. *Asociace soukromého zemědělství ČR*. [Online] 1. Srpen 2011. [Citace: 25. Duben 2013.] <http://www.asz.cz/cs/zpravy-z-tisku/roslinna-vyroba-puda/eroze-ujida-z-urody-zpusobuje-miliardove-skody.html>.
8. **Šuta, Milan.** EVROPSKÁ PŮDA V OHROŽENÍ – OPOMÍJENÝ PROBLÉM. *Respekt.cz*. [Online] 15. Leden 2008. <http://suta.blog.respekt.cz/evropska-puda-v-ohrozeni-opomijeny-problem/>.
9. *Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů*. 21. 3. 2002.
10. **Dumbrovský, Miroslav, a další.** *Metodický návod k provádění pozemkových úprav (aktualizovaná verze k 1. 5. 2012)*. Praha : Ministerstvo zemědělství - Ústřední pozemkový úřad, 2010.
11. **Dumbrovský, Miroslav a Milerski, Rudolf.** *Vodní hospodářství krajiny II*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2005. str. 27.
12. **Hájek, Daniel.** *Identifikace drah soustředěného povrchového odtoku a jejich stabilizace*. Brno, 2013. 62 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce doc. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
13. O aplikaci Registr půdy. *eARGI*. [Online] <http://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/>.

14. Land Parcel Information Systems for implementing the CAP. *The Institute for Environment and Sustainability*. [Online] 2012. [Cited: Duben 24, 2013.] <http://ies.jrc.ec.europa.eu/our-activities/support-for-member-states/lpis-iacs.html>.
15. Co znamená BPEJ. *bioreality*. [Online] <http://www.bioreality.cz/co-znamená-bpej>.
16. eKatalog BPEJ. *VÚMOP*. [Online] <http://bpej.vumop.cz/>.
17. Základní informace. *SOWAC GIS*. [Online] 20. Únor 2011. [Citace: 24. Duben 2013.] http://ms.sowac-gis.cz/mapserv/dhtml_zchbpej/.
18. Prezentace obce. *Velké Hostěrádky - Oficiální web*. [Online] 22. Listopad 2007. <http://www.velkehosteradky.cz/prezentace-obce/d-1014/p1=52>.
19. **Kolektiv Autorů**. *Atlas podnebí Česka*. Praha : ČHMÚ, 2007. str. 255. ISBN 978-80-86690-26-1.
20. **Quitt, Evžen**. *Klimatické oblasti Československa*. Praha : Academia, 1971.
21. Mapy charakteristik klimatu. *Český hydrometeorologický ústav*. [Online] <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>.
22. Použití mapových služeb externími aplikacemi. *Národní geoportál INSPIRE*. [Online] <https://geoportal.gov.cz/web/guest/wms/>.
23. *Elektronický taxonomický klasifikační systém půd ČR*. [Online] ÚVT, s.r.o. a BENETA.cz s.r.o., 2004. <http://klasifikace.pedologie.cz/>.
24. Typy půd. *Příroda.cz*. [Online] [Citace: 29. Březen 2013.] <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=1821&stranka=3>. ISSN 1801-2787.
25. Morfogenetický klasifikační systém půd. *Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy univerzity v Brně*. [Online] http://ldf.mendelu.cz/ugp/wp-content/ugp-files/attachment/morfogeneticky_klasifikacni_system_pud.pdf.
26. *Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 327/1998 Sb., kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci Příl. 2*. Praha : Ministerstvo zemědělství ČR, 1998.
27. **Dumbrovský, Miroslav a Milerski, Rudolf**. *Vodní hospodářství krajiny II*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2005. str. 140.
28. **Brandos, Otakar**. Západní Karpaty. *treking.cz*. [Online] 7. Leden 2013. <http://www.treking.cz/karpaty/zapadni-karpaty.htm>.
29. Těžba ropy a zemního plynu v České republice - historie a současnost. *O energetice.cz*. [Online] 22. Srpen 2015. <http://oenergetice.cz/ropa/tezba-ropy-a-zemniho-plynu-v-ceske-republice-historie-a-soucasnost/>.
30. Introduction to ArcGIS. *ArcGIS Resources*. [Online] [Citace: 3. Duben 2013.] <http://resources.arcgis.com/en/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>.

31. Podmínky podmíněnosti pro nové období SZP platné od 1. 1. 2015. *eAGRI.cz*. [Online] 8. Leden 2015. <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/aktuality/index-5.html>.
32. **Wischmeier, W.H. a Smith, D.D.** *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide To Conservation Planning. Agriculture Handbook No. 537*. Washington, DC : USDA/Science and Education Administration, US. Govt. Printing Office, 1978. 58 s.
33. O projektu. *AdaptaN*. [Online] <http://adaptan.net/o-projektu>.
34. **Gyssels, G., a další.** *Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review*. 2005. stránky 189-217.
35. **Panagos, Panos, a další.** Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. *Land Use Policy*. Listopad 2015, 48, stránky 38-50.
36. **Dumbrovský, Miroslav, a další.** *Základní topografické a hydrologické nástroje a výpočet erozního smyvu v prostředí ArcGIS*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2012.
37. Charakteristika programu. *Program DesQ-MaxQ*. [Online] [Citace: 2. Duben 2013.] <http://www.desq-maxq.cz/index.html>.
38. **Hučík, Milan a Kolibová, Michaela.** Územní plán Velké Hostěradky. *Oficiální stránky města Hustopeče*. [Online] Červenec 2011. http://www.hustopece-city.cz/user_data/region/VelkeHosteradky/vh-up-zc.pdf.
39. Výuka CS02 - GIS cv.6 a 7 - 2015. *Návod do cvičení předmětu CS02 na VUT*. Brno : VUT v Brně, fakulta stavební, 2015.
40. **Dumbrovský, Miroslav a Milerski, Rudolf.** *Vodní hospodářství krajiny II*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2005. stránky 139-145.
41. —. *Vodní hospodářství krajiny II*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2005. stránky 162-200.
42. Na jižní Moravě mizí ovocné sady. Broskvoní roste o polovinu méně. *ČT24*. [Online] 23. Duben 2015. <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/1522780-na-jizni-morave-mizi-ovocne-sady-broskvoni-roste-o-polovinu-mene>.
43. Co je to ÚSES. *Portál ÚSES*. [Online] 2010. <http://www.uses.cz/1.1-uvod>.
44. **Hrádek, F. a Kovář, P.** Výpočet náhradních intenzit přívalových dešťů. *Vodní hospodářství*. 1994, 11, stránky 49-53.
45. Jižní Morava slouží vědcům z VUT jako laboratoř na zkoumání klimatických změn v krajině. *Parlamentní listy*. [Online] 15. Září 2015. <http://www.parlamentnilisty.cz/zpravy/tiskovezpravy/Jizni-Morava-slouzi-vedcum-z-VUT-jako-laborator-na-zkoumani-klimatickych-zmen-v-krajine-399339>.

46. Mapy - WMS služby. *Národní geoportál INSPIRE*. [Online]
<https://geoportal.gov.cz/web/guest/wms/>.
47. Nabídka mapových a datových produktů – Ohroženost vodní erozí. *VÚMOP*. [Online]
http://www.vumop.cz/sites/File/Katalog_Map/20130529_katalogMap_Ohrozenost_Vodni_erozi.pdf.
48. DIBAVOD. *VÚV TGM*. [Online] <http://www.dibavod.cz/>.
49. WMS Služby. *Česká geologická služba*. [Online]
<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/wms>.

Seznam tabulek

Tab. 1 Přehled protierozních opatření dle ČSN 75 4500 PEO zemědělské půdy.	16
Tab. 2 Charakteristiky klimatických oblastí v k.ú. Velké Hostěrádky dle Quitta [20] ..	23
Tab. 3 Hodnoty maximálních 1-denních srážkových úhrnů na nejbližší srážkoměrné stanici.....	23
Tab. 4 Charakteristika hydrologických vlastností půd [27]	33
Tab. 5 Přípustná ztráta půdy erozí na základě hloubky půdy [6]	44
Tab. 6 Určení kódů daného využití území a určení čísla CN [39]	55
Tab. 7 Analýza stávajícího stavu krajinného pokryvu na území k.ú. Velké Hostěrádky	59
Tab. 8 Analýza stávajícího stavu krajinného pokryvu na území k.ú. Velké Hostěrádky	67
Tab. 9 Analýza průměrného erozního smyvu na zemědělsky využívané půdě, bloky LPIS s výměrou 5 ha a více, varianta 1 - stávající stav	71
Tab. 10 Analýza průměrného erozního smyvu na zemědělsky využívané půdě, bloky LPIS s výměrou 5 ha a více, varianta 2 – agrotechnická opatření 1.....	73
Tab. 11 Analýza průměrného erozního smyvu na zemědělsky využívané půdě, bloky LPIS s výměrou 5 ha a více, varianta 3 – agrotechnická opatření 2.....	75
Tab. 12 Analýza průměrného erozního smyvu na zemědělsky využívané půdě, bloky LPIS s výměrou 5 ha a více, varianta 4 – trvalé zatravnění	77
Tab. 13 Analýza průměrného erozního smyvu na zemědělsky využívané půdě, bloky LPIS s výměrou 5 ha a více, varianta 5 – opatření AdaptaN	79
Tab. 14 Analýza průměrného erozního smyvu na zemědělsky využívané půdě, bloky LPIS s výměrou 5 ha a více, varianta 6 – Územní systém ekologické stability.....	80
Tab. 15 Vstupní veličiny pro výpočet srážkoodtokového procesu povodí kritického bodu č. 1 (KB1)	81
Tab. 16 Výstupní veličiny srážkoodtokového procesu v povodí kritického bodu č. 1 (KB1) při periodicitě N=100 let	83
Tab. 17 Souhrnný výstup zhodnocení srážkoodtokového procesu v povodí kritického bodu č. 1 (KB1) při všechny zkoumaných N-letostech.....	84
Tab. 18 Vybrané charakteristiky povodí jednotlivých kritických bodů, varianta 1 – stávající stav	86
Tab. 19 Vybrané charakteristiky povodí jednotlivých kritických bodů, varianta 2 – agrotechnická opatření 1	87
Tab. 20 Vybrané charakteristiky povodí jednotlivých kritických bodů, varianta 3 – agrotechnická opatření 2.....	88
Tab. 21 Vybrané charakteristiky povodí jednotlivých kritických bodů, varianta 4 – trvalé zatravnění	89
Tab. 22 Vybrané charakteristiky povodí jednotlivých kritických bodů, varianta 5 – program AdaptaN	90
Tab. 23 Vybrané charakteristiky povodí jednotlivých kritických bodů, varianta 6 – ÚSES	91
Tab. 24 Vybrané charakteristiky povodí KB1 souhrnně pro všechny varianty řešení...	92
Tab. 25 Vybrané charakteristiky povodí KB2 souhrnně pro všechny varianty řešení...	93
Tab. 26 Vybrané charakteristiky povodí KB3 souhrnně pro všechny varianty řešení...	94
Tab. 27 Vybrané charakteristiky všech tří povodí dohromady pro všechny varianty řešení.....	95

Seznam grafů

Graf 1 Plošné zastoupení kultur a způsobu hospodaření při variantě 5 AdaptaN	62
Graf 2 Průměrný roční erozní smyv ze zemědělsky využívané půdy při faktoru erozní účinnosti deště $R = 40 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$, srovnání jednotlivých variant řešení.....	67
Graf 3 Hydrogram povodně z povodí KB1, srovnání transformačního účinku navržených opatření jednotlivých variant řešení	96
Graf 4 Hydrogram povodně z povodí KB2, srovnání transformačního účinku navržených opatření jednotlivých variant řešení	97
Graf 5 Hydrogram povodně z povodí KB3, srovnání transformačního účinku navržených opatření jednotlivých variant řešení	98

Seznam obrázků

Obr. 1 Mapa potenciální ohroženosti zemědělského půdního fondu v ČR. Místo k.ú. Velké Hostěrádky označeno červenou šipkou [46]	14
Obr. 2 Ukázka vyspělé protierozní ochrany půdního fondu v americkém státě Nebraska (zdroj: maps.google.com)	17
Obr. 3 Zájmové území (vyobrazeno fialově s červeným okrajem) na mapě ČR [45]....	20
Obr. 4 Hypsometrie katastrálního území Velké Hostěrádky	21
Obr. 5 Mapa průměrných ročních teplot vzduchu za období 1961 – 1990 ve stupních Celsia [21]	24
Obr. 6 Mapa průměrných ročních srážkových úhrnů za období 1961 – 1990 v mm [21]	24
Obr. 7 Mapa ČR, klimatické rozdělení [22]	25
Obr. 8 Hydrologické poměry v K.Ú. Velké Hostěrádky. Mapa vytvořena v programu ArcGIS za pomoci dat z [47]	27
Obr. 9 Půdní typy v k.ú. Velké Hostěrádky dle klasifikačního systému TKSP (Němeček et al. 2001) [22]	31
Obr. 10 Mapa hlavních půdních jednotek z BPEJ v k.ú. Velké Hostěrádky	32
Obr. 11 Rozdělení hydrologických skupin půd v k.ú. Velké Hostěrádky	34
Obr. 12 Geologie k.ú. Velké Hostěrádky [48]	36
Obr. 13 Historická mapa II. vojenského mapování (1836-1852) [45]	38
Obr. 14 Ortofotomapa území s údaji ze surovinového informačního zdroje [45]	39
Obr. 15 Současné využití krajiny (land-use) v k.ú. Velké Hostěrádky	40
Obr. 16 Analýza směrů odtoku v k.ú. Velké Hostěrádky	49
Obr. 17 Mapa sklonitosti a akumulace soustředěného povrchového odtoku k.ú. Velké Hostěrádky	50
Obr. 18 Letecký snímek umístění kritického bodu 2 na patrné DSO (zdroj: mapy.cz) .	53
Obr. 19 Letecký snímek umístění kritického bodu 3 v erozně aktivní oblasti (zdroj: mapy.cz)	53
Obr. 20 Ukázka úvodní strany programu DesQ s modelovým zadáním jedné z variant řešení	55
Obr. 21 Mapa navržených protierozních opatření varianty 5 – AdaptaN	63
Obr. 22 Mapa průměrného erozního smyvu při R = 40 a opatřeních ÚSES, varianta 6	65
Obr. 23 Mapa průměrného erozního smyvu při R = 40, varianta 1 – stávající stav, podloženo vrstevnicovým zaměřením, digitálním modelem terénu a stínovaným reliéfem	68
Obr. 24 Mapa průměrného erozního smyvu při R = 50, varianta 1 – stávající stav, podloženo vrstevnicovým zaměřením, digitálním modelem terénu a stínovaným reliéfem	69
Obr. 25 Mapa průměrného erozního smyvu při R = 60, varianta 1 – stávající stav, podloženo vrstevnicovým zaměřením, digitálním modelem terénu a stínovaným reliéfem	70
Obr. 26 Mapa průměrného erozního smyvu při R = 40, varianta 2 – agrotechnické opatření 1, podloženo výrazně vrstevnicovým zaměřením, digitálním modelem terénu a stínovaným reliéfem	72
Obr. 27 Mapa průměrného erozního smyvu při R = 40, varianta 3 – agrotechnická opatření 2, podloženo vrstevnicovým zaměřením, ortofotomapou a stínovaným reliéfem	74
Obr. 28 Mapa průměrného erozního smyvu při R = 40, varianta 4 – trvalé zatravnění, podloženo ortofotomapou a stínovaným reliéfem	76

Obr. 29 Mapa průměrného erozního smyvu při $R = 40$, varianta 5 – opatření AdaptaN, podloženo ortofotomapou.....	78
Obr. 30 Rozbor odtokových poměrů k.ú. a základních charakteristik kritických bodů .	82

Seznam použitých zkratk

BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
CAP	Common Agricultural Policy
CENIA	česká informační agentura životního prostředí
CN	Runoff curve number (číslo CN křivky)
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČÚZK	Český ústav zeměměřický a katastrální
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DMT	digitální model terénu
DSO	dráha soustředěného povrchového odtoku
DZES	dobry zemědělský a environmentální stav půdy
EEA	Evropská agentura pro životní prostředí
EUC	erozně uzavřený celek
GAEC	Good Agricultural and Environmental Conditions
GIS	geografické informační systémy
HEIS	Hydroekologický informační systém
HPJ	hlavní půdní jednotka
HSP	hydrologická skupina půd
IACS	Integrated Administration and Control System
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IUSS	Mezinárodní unie věd o půdě
JMK	Jihomoravský kraj
KB	kritický bod
KPÚ	komplexní pozemkové úpravy
KPP	komplexní průzkum půd
K.Ú.	katastrální území
LPIS	registr produkčních bloků
PEO	protierozní ochrana
PPO	protipovodňová ochrana
PÚ	pozemkový úřad
TKSP	taxonomický klasifikační systém půd ČR
TTP	trvalý travní porost
USLE	universal soil loss equation (univerzální rovnice ztráty půdy)

ÚSES	Územní systém ekologické stability
VENP	vyloučení erozně nebezpečných plodin
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka
WRB	World Reference Base for Soil Resources
ZABAGED	základní báze geografických dat
ZD	zemědělské družstvo
ZP	zasakovací pás
ZPF	zemědělský půdní fond
ZVHS	zemědělská vodohospodářská správa